

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

№ 3 2015
Часть 4
ISSN 2409-529X

Журнал издается с 2014 года

Электронная версия журнала: www.eduherald.ru

Главный редактор:

к.и.н., профессор РАЕ Старчикова Наталия Евгеньевна

Заместитель главного редактора:

Бизенков Евгений Александрович

Ответственный секретарь:

Нефедова Наталья Игоревна

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Агафонова М.С. (г. Воронеж), Акбасова А.Д. (г. Туркестан), Ахмеева В.И., Белецкая Е.А. (г. Белгород), Берестнева О.Г. (г. Томск), Бобкова М.Г. (г. Тобольск), Бубновская О.В. (г. Артем), Вишневская Г.В. (г. Пенза), Войткевич И.Н. (г. Юрга), Выхрыстюк М.С. (г. Тобольск), Голубева Г.Н. (г. Набережные Челны), Гормаков А.Н. (г. Томск), Горюнова В.В. (г. Пенза), Гребенникова К.В., Дзахмишева И.Ш. (г. Нальчик), Евстигнеева Н.А. (г. Москва), Егорова Ю.А. (г. Чистополь), Денисенко Ю.П. (г. Набережные Челны), Ершова Л.В. (г. Шуя), Егурнова А.А. (г. Комсомольск-на-Амуре), Зайкова С.А. (г. Ханты-Мансийск), Заярная И.А. (г. Находка), Звягинцева Т.В. (г. Харьков), Иванова Н.Н. (г. Ростов-на-Дону), Ильина В.Н., Каплунова О.А. (г. Ростов-на-Дону), Киреева Т.В. (г. Нижний Новгород), Кисляков П.А. (г. Шуя), Клименко Е.В. (г. Тобольск), Кобзева О.В. (г. Мурманск), Кобозева И.С. (г. Саранск), Кондратьева О.Г. (г. Уфа), Конкиева Н.А. (г. Санкт-Петербург), Корнев А.В. (г. Шуя), Косенко С.Т. (г. Санкт-Петербург), Кохан С.Т., Кочева М.А. (г. Нижний Новгород), Кочеткова О.В. (г. Волгоград), Кузнецов С.А. (г. Воронеж), Кулькова В.Ю. (г. Казань), Кунусова М.С. (г. Астрахань), Кучинская Т.Н. (г. Чита), Лебедева Е.Н. (г. Оренбург), Лядова Л.Н. (г. Пермь), Магомедова С.А. (г. Махачкала), Макарова М.Г. (г. Москва), Медведев В.П. (г. Таганрог), Медведева Н.И. (г. Ставрополь), Минахметова А.З. (г. Елабуга), Михайлова Т.Л. (г. Нижний Новгород), Мустафина Д.А. (г. Волжский), Омарова П.О. (г. Махачкала), Орлова И.В. (г. Москва), Осин А.К. (г. Шуя), Постникова Л.В. (г. Москва), Преображенский А.П., Ребро И.В. (г. Волжский), Решетникова О.М. (г. Москва), Ромах О.В. (г. Тамбов), Рыбинцева Г.В., Ткалич С.К. (г. Москва), Павлова Е.А. (г. Санкт-Петербург), Парушина Н.В. (г. Орел), Паршин А.В. (г. Иркутск), Привалова Ю.В. (г. Ростов-на-Дону), Рева Г.В. (г. Владивосток), Рогачев А.Ф. (г. Волгоград), Рыбанов А.А. (г. Волжский), Салаватова С.С. (г. Стерлитамак), Саттаров В.Н. (г. Уфа), Семёнова Г.И. (г. Тобольск), Смирнов В.В., Сотникова К.Н. (г. Воронеж), Тарануха Н.А., Терещенко А.А. (г. Харьков), Тесленко И.В. (г. Екатеринбург), Федуленкова Т.Н. (г. Владимир), Цепелева Е.В., Челтыбашев А.А. (г. Мурманск), Чесняк М.Г., Шагбанова Х.С. (г. Тюмень), Шаймухаметова Л.Н. (г. Уфа), Шалагинова К.С. (г. Тула), Шибанова-Роевко Е.А. (г. Тверь), Шпилькин Ю.И. (г. Шымкент).

Молодые ученые и студенты:

Прохоров А. (г. Астрахань), Мирзабеков М. (г. Махачкала), Пивоваров А. (г. Волгоград), Затылкин А. (г. Пенза), Лысенко А. (г. Пенза), Васькович Е.С. (г. Волгоград)

Журнал «МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК»
зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства
в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия.

Свидетельство – ЭЛ № ФС-77-55504

Журнал представлен в Научной электронной библиотеке (НЭБ) – головном
исполнителе проекта по созданию Российского индекса научного цитирования
(РИНЦ).

Ответственный секретарь редакции – Нефедова Наталья Игоревна – +7 (499) 705-72-30

E-mail: review@rae.ru

Почтовый адрес – г. Москва, 105037, а/я 47, АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ,
редакция журнала «МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК»

Издательство и редакция: Информационно-технический отдел Академии Естествознания

Подписано в печать –

Формат 60x90 1/8

Типография ИД «Академия Естествознания», Саратов, ул. Мамонтовой, 5

Техническая редакция и верстка Е.Н. Доронкиной

Способ печати – оперативный. Усл.п.л. 21,75. Тираж – 500 экз. Заказ. МСНВ/3-2015

**В журнале представлены материалы:
VII Международной студенческой электронной научной конференции
«Студенческий научный форум 2015»
Секции:**

Технические науки

- Электрификация и автоматизация горного производства
- Энергоснабжение, энергопотребление, энергосбережение

Физико-математические науки

- Математика и ее практические приложения
- Математические методы решения инженерных задач
- Математическое и программное обеспечение информационно-исследовательских систем и ресурсов

Химические науки

- Актуальные вопросы современной химической науки и образования
- Синтез органических и неорганических веществ, композиций
- Физико-химический анализ-методы и средства
- Химия. Теория, эксперимент, преподавание
- Информационные технологии

СОДЕРЖАНИЕ

*VII Международной студенческой электронной научной конференции
«Студенческий научный форум 2015»*

Технические науки

*Секция «Электрификация и автоматизация горного производства»
научный руководитель – Семёнов Александр Сергеевич*

КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА АЛМАЗОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ <i>Матул Г.А.</i>	412
ВЫБОР КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ <i>Семёнов А.С., Бондарев В.А.</i>	414
МОДЕРНИЗАЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КОНВЕЙЕРОВ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ <i>Черенков Н.С., Семёнов А.С.</i>	417
СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ <i>Шевчук В.А., Семёнов А.С.</i>	419

*Секция «Энергоснабжение, энергопотребление, энергосбережение»
научный руководитель – Кузнецов Николай Матвеевич*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В КАЗАХСТАНЕ <i>Келсигазина Р.Е., Дуйсен А.Ж.</i>	423
РЕЖИМЫ РАБОТЫ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА МИКРОКЛИМАТ ПОМЕЩЕНИЯ <i>Шалаганова А.Н., Тастанбеков М.Ж.</i>	425

Физико-математические науки

ИНТЕГРАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ЕЕ УРАВНЕНИЙ <i>Антонюк Ю.Ю., Гирлин С.К.</i>	429
СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯДРА ${}^9\text{Be}$ <i>Баяхметов О.С.</i>	432
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ИЗОКЛИН ПРИ РЕШЕНИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА <i>Веретенников А.С., Потапов Д.Н.</i>	434
ГАУССОВО РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН КАК S-ОБРАЗНОЕ РАНГОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ <i>Евсеев Д.А., Шарипова К.В., Гурина Р.В.</i>	435
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ НАСЫЩЕНИЯ КРОВИ КИСЛОРОДОМ НА СИГНАЛ ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ <i>Козырева О.Д., Пушкарева А.Е.</i>	438
ПРИМЕНЕНИЕ ДИСКРЕТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЛАПЛАСА К РЕШЕНИЮ РАЗНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ <i>Макушева М.Н., Арайчева Л.А.</i>	439
НАХОЖДЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО МАКСИМУМА ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ «ПОИСК РЕШЕНИЯ» <i>Овчинникова О.И., Куликова О.В.</i>	440
РАСЧЕТ НАМАГНИЧЕННОСТИ РАЗБАВЛЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛУПРОВОДНИКА <i>Рыгалова Д.А., Головкина М.В.</i>	442

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУМЕРНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН В СОЛИСТАХ КУБИЧЕСКИХ АНИЗОТРОПНЫХ УПРУГИХ СРЕДАХ <i>Самурат А.М., Баймагамбетов У.Б.</i>	443
АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ЧЕРВЯЧНОЙ МАШИНЫ (КОЭФФИЦИЕНТ ЗАПАСА ПРОЧНОСТИ) <i>Сеферова Е.Ю.</i>	445
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР В ПРОМЕРЗАЮЩЕМ ГРУНТЕ <i>Сидоров А.А., Тягунин А.В.</i>	445
РАНГОВЫЙ АНАЛИЗ КАК МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ И ВОЗМОЖНОСТЬ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ К АСТРОФИЗИЧЕСКИМ СИСТЕМАМ <i>Устинова К.А., Козырев Д.А., Гурина Р.В.</i>	446
<hr/>	
Секция «Математика и ее практические приложения»	
научный руководитель – Долгополова Анна Федоровна, канд. экон. наук, доцент 450	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ <i>Ануприенко М.А.</i>	450
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ В СФЕРЕ КРЕДИТОВАНИЯ <i>Арзамасцева В.А., Головки Е.С., Мелешко С.В.</i>	451
ОБ ЭВОЛЮЦИИ МАТЕМАТИКИ И ЕЁ ИНТЕГРАЦИИ В СОВРЕМЕННОЕ ОБЩЕСТВО <i>Атоян Д.Н., Жуковина А.М.</i>	453
ПРИМЕНЕНИЕ МАТРИЦ В ЭКОНОМИКЕ <i>Ахмедханова А.И., Кожемякина В.А., Мамаев И.И.</i>	454
ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ В МЕТОДЕ КОНТУРНЫХ ТОКОВ <i>Гайчук В.Д.</i>	456
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ РАВНОВЕСИЯ СПРОСА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ <i>Галькова А.А., Невидомская И.А.</i>	458
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОНОМИКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ <i>Грищенко К.В., Тютюникова Ю.С.</i>	459
ПРИЛОЖЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕННОГО ИНТЕГРАЛА В ЭКОНОМИКЕ <i>Донец З.Г., Смолянинова Е.Е., Литвинец К.В.</i>	460
ДВУХМЕРНЫЕ СЛУЧАЙНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ: РАСЧЕТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОЖИДАНИЯ И КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ <i>Донец З.Г., Иванова Ю.А., Иванова А.А.</i>	461
ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНА БОЛЬШИХ ЧИСЕЛ В ЭКОНОМИКЕ <i>Донец З.Г., Вьюшина К.В., Попова А.А.</i>	462
ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ МАТЕМАТИКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ КАТКА СТУПЕНЧАТОГО БЛОКА <i>Журавлёв И.В., Рыбалкин Н.А., Попова С.В.</i>	463
МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ <i>Загребельникова В.А.</i>	465
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ <i>Запорожцева И.А., Казарян Р.А.</i>	466
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ В ЭКОНОМИКЕ <i>Карнаухова А.А., Долгополова А.Ф.</i>	468
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ СИМПЛЕКС-МЕТОДА НА ПРИМЕРЕ ХЛЕБОПЕКАРНОГО МАГАЗИНА «ШОКОЛАДНИЦА» <i>Кирнозова И.Р.</i>	469

ПРИМЕНЕНИЕ МАТРИЧНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ В ЭКОНОМИКЕ <i>Кулигина В.С., Логвиненко Е.И.</i>	471
ОТНОШЕНИЕ МЕРЫ ДУГИ И ДЛИНЫ ЕЕ ХОРДЫ В АБСОЛЮТНОЙ ГЕОМЕТРИИ <i>Мамаев И.И., Трёмбач Ю.С.</i>	472
СВОЙСТВА СЕКУЩИХ И КАСАТЕЛЬНЫХ КРИВЫХ ВТОРОГО ПОРЯДКА <i>Мамаев И.И., Светличная В.Ю.</i>	473
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКИ В ЭКОНОМИКЕ <i>Одукалец А.А., Хорошман П.А.</i>	475
ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ <i>Орищенко Е.С., Шаповалова А.Н., Мамаев И.И.</i>	477
ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В АНАЛИЗЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ И ПРОЦЕССОВ <i>Осиян С.В., Путевская А.С., Родина Е.В.</i>	479
ПРИМЕНЕНИЕ МАТНЕМАТИСА 10 ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕОРИИ ГРАФОВ <i>Пастухова Г.В., Казаков В.В.</i>	480
АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТЬ КУРСА РУБЛЯ ОТ ЦЕН НА НЕФТЬ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ САНКЦИЙ <i>Салпагарова Ф.А.-А., Долгополова А.Ф.</i>	481
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ПРИ АНАЛИЗЕ ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ <i>Серикова В.С., Долгополова А.Ф.</i>	483
ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ФАКУЛЬТЕТА СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОГО СЕРВИСА И ТУРИЗМА. ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ <i>Тарабанова А.С., Матвеева А.Е., Шibaев В.П.</i>	484
«ЗАКОН БОЛЬШИХ ЧИСЕЛ» КАК МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОСНОВА СТАТИСТИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ <i>Хаджидурдыева А.М.</i>	485
ФОРМУЛА БЕРНУЛЛИ В ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ <i>Хомутова Е.А., Калининченко В.А.</i>	486
ЗНАЧЕНИЕ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ В ПРИНЯТИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ <i>Цыплакова О.Н., Полтко И.В., Головина Ю.В.</i>	488
ЛОГАРИФИЧЕСКОЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ <i>Цыплакова О.Н., Васильева В.А.</i>	489
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАБОТЫ ФОНДА СОЦИАЛЬНОГО СТРАХОВАНИЯ <i>Черкова Т.В., Ермишкина Н.В., Мамаев И.И.</i>	490
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ <i>Шелухина А. В., Марченко К. П.</i>	492
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОНЯТИЯ ПРОИЗВОДНОЙ В ЭКОНОМИКЕ <i>Шуваев А.В., Гочияев М.Х.</i>	493
ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ <i>Эреджепова М.С., Калайчева С.Н.</i>	495
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРОЦЕССОРОВ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ <i>Яновский А.А., Каныгин Я.В.</i>	496

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРОЦЕССОРОВ ПК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ В КАЧЕСТВЕ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ СРЕДЫ <i>Яновский А.А., Симоновский А.Я., Хаустов П.А.</i>	498
ТЕОРИЯ ИГР КАК АНАЛИЗ ПРИНЯТИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ В КОНФЛИКТНЫХ СИТУАЦИЯХ <i>Янюк Е.Н., Яфизова А.И.</i>	499
<p>Секция «Математические методы решения инженерных задач» научный руководитель – Агишева Джамиля Калимулловна</p>	
ПРИБЛИЖЁННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ <i>Брозе В.Е., Вараксин В.А., Светличная В.Б., Зотова С.А.</i>	501
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ КОРРЕЛЯЦИИ НА ПРАКТИКЕ <i>Городжий А.В., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б.</i>	502
ПОИСК УРАВНЕНИЯ ПАРАБОЛИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ <i>Давыдов А.С., Агишева Д.К., Матвеева Т.А.</i>	503
ИНТЕРВАЛЬНЫЙ ВАРИАЦИОННЫЙ РЯД <i>Дацковская М.А., Колеснёв А.С., Агишева Д.К., Зотова С.А.</i>	504
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ТОВАРА МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ <i>Елисеева Л.А., Варламов Д.Б., Светличная В.Б., Зотова С.А.</i>	505
ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ НОРМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ <i>Карлухин И.А., Вертелецкий Р.А., Агишева Д.К., Светличная В.Б.</i>	505
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЯХ. ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ ФУНКЦИИ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ В ЭКОНОМИКЕ <i>Соловьева А.А., Коробкина А.В., Зотова С.А., Агишева Д.К., Светличная В.Б.</i>	506
МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ <i>Королева А.В., Сабина А.С., Зотова С.А., Светличная В.Б., Матвеева Т.А.</i>	507
ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ О НОРМАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ВЫБОРКИ <i>Котин А.И., Агишева Д.К., Светличная В.Б.</i>	507
РАЗЛОЖЕНИЕ ФУНКЦИИ e^x В РЯД ТЕЙЛОРА <i>Ефремкин С.И., Мазырина А.М., Светличная В.Б., Агишева Д.К., Матвеева Т.А.</i>	508
ПОСТРОЕНИЕ КУСОЧНО-КВАДРАТИЧНОЙ СПЛАЙН-ИНТЕРПОЛЯЦИИ <i>Матрохин С.А., Сергиенко В.В., Агишева Д.К., Матвеева Т.А.</i>	509
ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗ ДЛЯ ОДНОЙ ВЫБОРКИ <i>Казарина Н.А., Петухова Я.А., Зотова С.А., Агишева Д.К.</i>	510
ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗ ДЛЯ ДВУХ НЕЗАВИСИМЫХ ВЫБОРОК ПРИ НЕИЗВЕСТНЫХ ДИСПЕРСИЯХ <i>Сергеев Н.Е., Протопопов Н.А., Агишева Д.К., Светличная В.Б.</i>	510
ОШИБКИ ПРИНЯТИЯ ГИПОТЕЗЫ В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКЕ <i>Хрущев Д.Г., Силантьев А.В., Агишева Д.К., Зотова С.А.</i>	511
АППАРАТ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЭКОНОМИКЕ <i>Чикризова Е.В., Черская М.Э., Зотова С.А., Агишева Д.К., Светличная В.Б.</i>	512
ЭЛАСТИЧНОСТЬ ФУНКЦИИ И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ В ЭКОНОМИКЕ <i>Яшина Ю.Е., Карнавская Н.В., Чехута В.А., Зотова С.А., Матвеева Т.А.</i>	512
ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ. ГРАФИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ И АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ НАЙДЕННОГО ОПТИМУМА <i>Карнавская Н.В., Яшина Ю.Е., Чехута В.А., Зотова С.А., Матвеева Т.А.</i>	513

**Секция «Математическое и программное обеспечение
информационно-исследовательских систем и ресурсов»
научный руководитель – Воронова Лилия Ивановна**

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ПОДБОРА СОПУТСТВУЮЩИХ ТОВАРОВ ПРИ ПОКУПКЕ В ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНЕ <i>Зверев П.Д., Шукенбаев А.Б., Шукенбаева Н.Ш.</i>	514
АНАЛИЗ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГРАДИЕНТНОГО ПРОФИЛЯ ИОНООБМЕННЫХ ВОЛНОВОДОВ <i>Маногаров А.И., Рудоман А.Н.</i>	516
АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ СКЕЛЕТНОЙ МОДЕЛИ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ МАССИВА ОПОРНЫХ ТОЧЕК, ПОЛУЧАЕМЫХ СОВОКУПНОСТЬЮ КОНТРОЛЛЕРОВ КИНЕСТ <i>Михаеску С.В., Трунов А.С., Воронова Л.И.</i>	521
РАЗРАБОТКА НЕЧЕТКИХ ЗАПРОСОВ К РЕЛЯЦИОННОЙ БАЗЕ ДАННЫХ СИСТЕМЫ ОНЛАЙН-ПЛАТЕЖЕЙ <i>Шукина Н.С., Воронова Л.И.</i>	522

Химические науки

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ МАСЛИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ГРЕЧИХИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ <i>Громыко Н.В., Ямансарова Э.Т.</i>	525
УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВТОРИЧНЫХ БЕНЗИНОВ <i>Жаксыбай П.К., Мирзаев А.А., Усипбаев У.А., Бекжигитова К.А.</i>	526
ПОВЕДЕНИЕ ФЕНОКСИАЛЛИЛА В РЕАКЦИИ С АЗОТИСТОЙ КИСЛОТОЙ <i>Коблова Л.Б., Газзаева Р.А.</i>	529
ПОЛУЧЕНИЕ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ ИЗ ШЕЛУХИ ГРЕЧИХИ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ИЗ ВОДЫ АЛЮМИНИЯ <i>Меринова О.М., Носкова Т.В.</i>	530
СОВРЕМЕННЫЕ КОАГУЛЯНТЫ И ФЛОКУЛЯНТЫ В ОЧИСТКЕ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД <i>Настенко А.О., Зосуль О.И.</i>	531
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МИЦЕЛЛООБРАЗОВАНИЯ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ НЕИОНОГЕННЫХ ПАВ МЕТОДОМ РЕЛЕЕВСКОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА <i>Османов С.В., Персиянова М.А.</i>	537
ПРИМЕНЕНИЕ ЩЕЛОЧНЫХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СМАЗОК <i>Суровяткина Д.Г., Семенова И.В.</i>	538
АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ГЕТЕРОЦИКЛЫ – ЭФФЕКТИВНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА <i>Томаева М.Э., Рамонова И.А., Газзаева Р.А.</i>	539
ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И УСЛОВИЙ ФОРМОВАНИЯ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ КЕРАМЗИТОВ <i>Торопков Н.Е., Кутугин В.А.</i>	539
УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ДЕЭМУЛЬГАТОРА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА РАЗРУШЕНИЯ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ <i>Филиппова Т.В., Мойзес О.Е.</i>	544
РАДОН В ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ПИЙ-ХЕМСКОГО РАЙОНА <i>Хомушку Ч.О.</i>	546

**Секция «Актуальные вопросы современной химической науки и образования»
научный руководитель – Кубалова Людмила Муратовна**

ИЗУЧЕНИЕ КВАЗИБИНАРНОГО РАЗРЕЗА K_2Vl_5 - LiI ТРЕХКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ Vl_3 - LiI - KI <i>Баззаева Д.А., Дзеранова К.Б.</i>	546
БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ СЕЛЕНА И ЕГО СОЕДИНЕНИЙ <i>Боцев Т.О., Кубалова Л.М.</i>	546
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ В СИСТЕМЕ ХИМИЧЕСКОГО И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ <i>Бурнацева А.А., Царахова Л.Н.</i>	547
ГИДРОКСИДЫ ТИТАНА, ИХ СВОЙСТВА И ПОЛУЧЕНИЕ <i>Гаглоева Д.И., Неёлова О.В.</i>	547
ПРИМЕНЕНИЕ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ НА ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ СЕВЕРО-ОСЕТИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА <i>Гаева А.А., Кабанов С.В.</i>	548
СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ПРЕПАРАТА ЛЕВОМЕКОЛЬ МАЗЬ <i>Гаспарян Л.Т., Дзеранова К.Б.</i>	548
ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ АЛЮМИНИЯ <i>Гуззитаева М.Ф., Неёлова О.В.</i>	549
ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ ХРОМА (III) <i>Дзапарова В.И., Неёлова О.В.</i>	549
ИССЛЕДОВАНИЕ КВАЗИБИНАРНОГО РАЗРЕЗА $LiCDVl_6$ - Vl_3 ТРОЙНОЙ СИСТЕМЫ Vl_3 - LiI - CDI_2 <i>Дзасохова М.Г., Дзеранова К.Б.</i>	549
МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ <i>Дзитоев Г.Р., Бигаева И.М.</i>	550
БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ МОЛИБДЕНА <i>Дыгова М.Р., Кубалова Л.М.</i>	550
КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ОБРАЗЦОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ <i>Есиев Р.К., Закаева Р.Ш., Исаева С.Э.</i>	551
ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ НА PH СЛЮНЫ И ПОЛОСТИ РТА <i>Есиев Р.К., Закаева Р.Ш., Исаева С.Э.</i>	552
ПРОФИОРИЕНТАЦИОННАЯ РАБОТА СО ШКОЛЬНИКАМИ <i>Есиева А.О., Агаева Ф.А.</i>	553
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНОСИНТЕЗИРОВАННЫХ СПЛАВОВ FE-V <i>Кодзаева Н.В., Кубалова Л.М.</i>	553
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНОСИНТЕЗИРОВАННЫХ СПЛАВОВ FE-GE <i>Лазарова З.К., Кубалова Л.М.</i>	554
КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИЙ КОМПАУНД, НАПОЛНЕННЫЙ АЭРОСИЛОМ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЙ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ <i>Мамиева З.У., Неёлова О.В.</i>	555
ЗАВИСИМОСТЬ УСПЕШНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕСТОВ ОТ ЧИСЛА ПРЕДЛАГАЕМЫХ ВАРИАНТОВ ОТВЕТОВ <i>Павленко А.С., Кабанов С.В.</i>	556
АДАПТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ В СИСТЕМЕ ХИМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ <i>Павленко А.С., Кабанов С.В.</i>	556

КОМПОЗИЦИЯ НА ОСНОВЕ А,Ω-ДИГИДРОКСИПОЛИДИМЕТИЛСИЛОКСАНА С ПОВЫШЕННЫМИ ПАССИВИРУЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ <i>Плиева А.Х., Неёлова О.В.</i>	557
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОПИСИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ, СОСТОЯЩЕЙ ИЗ ЙОДИДА КАЛИЯ, ЭУФИЛЛИНА И ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ <i>Портова Д.С., Дзеранова К.Б.</i>	558
ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ МАГИСТРАНТОВ-ХИМИКОВ В СЕВЕРО-ОСЕТИНСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ <i>Тедеева М.А., Бигаева И.М., Агаева Ф.А.</i>	558
СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА «АНГРИКАПС» И КОНТРОЛЬ СООТВЕТСТВИЯ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ <i>Тменова А.О., Дзеранова К.Б.</i>	560
ОКСИДЫ И ГИДРОКСИДЫ ВАНАДИЯ, ИХ СВОЙСТВА И ПОЛУЧЕНИЕ <i>Токарева А.А., Неёлова О.В.</i>	560
ОБРАЗОВАНИЕ НОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМАХ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ С ПЕРЕХОДНЫМИ <i>Урумова Д.К., Агаева Ф.А.</i>	561
ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ РТУТИ В МЕДИЦИНЕ <i>Цаллаев О.О., Кубалова Л.М.</i>	561
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ <i>Шотаева Л.Т., Бигаева И.М.</i>	561
Секция «Синтез органических и неорганических веществ, композиций» научный руководитель – Иванкина Ольга Михайловна	
ОПТИМИЗАЦИЯ СТАДИИ СИНТЕЗА <i>l</i> -ДИНИТРОЗОБЕНЗОЛА <i>Елисеев П.Ю., Ильинский Д.В., Бутов Г.М., Иванкина О.М.</i>	562
ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В КАЧЕСТВЕ СТРУКТУРИРУЮЩИХ АГЕНТОВ ПРИ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДАХ ГИДРОКСОХЛОРИДА АЛЮМИНИЯ <i>Жохова О.К., Пудовкин В.В., Бутов Г.М.</i>	563
КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА АДАМАНТИЛСОДЕРЖАЩИХ ДИМОЧЕВИН <i>Мотченко А.О., Бурмистров В.В., Бутов Г. М., Данилов Д.В.</i>	564
СИНТЕЗ 1-((АДАМАНТ-1-ИЛ)МЕТИЛ)-3-(1Н-БЕНЗО[<i>D</i>]ИМИДАЗОЛ-2-ИЛ) МОЧЕВИНЫ <i>Мотченко А.О., Бурмистров В.В., Бутов Г. М., Данилов Д.В.</i>	565
ПОЛУЧЕНИЕ N-НИТРОФЕНОЛА НА НОВЫХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ <i>Москвичева М.А., Курунина Г.М., Зорина Г.И., Бутов Г.М.</i>	565
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ ЛИНИИ СИНТЕЗА МТБЭ С УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ КОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ <i>Ромашкина В.В., Лапина С.В.</i>	566
АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГАЗА В КОЖУХОТРУБНЫХ РЕАКТОРАХ <i>Соболева Е.К.</i>	567
ОСОБЕННОСТИ СОРБЦИИ ИОНОВ МЕДИ (II) ХЕМОСОРБЕНТОМИ НА ОСНОВЕ ПОЛИКАПРОАМИДА <i>Сокол А.М., Перевалова Е.А., Бутов Г.М.</i>	568
СПОСОБ ОЧИСТКИ ИЗОМЕРНЫХ АМАНТИЛСОДЕРЖАЩИХ ИЗОТИОЦИАНАТОВ <i>Хужаяров Д.Т., Бурмистров В.В., Питушкин Д.А., Бутов Г.М.</i>	568

Секция «Физико-химический анализ-методы и средства»
научный руководитель – Боровская Людмила Васильевна

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО ХОЛЕСТЕРИНА ПРИ ПОМОЩИ
МОДИФИЦИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОДА

Чулкова И.В., Дёрина К.В., Тайшибекова Е.К., Дорожко Е.В., Короткова Е.И.

570

Секция «Химия. Теория, эксперимент, преподавание»
научный руководитель – Ивашкевич Александр Николаевич

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОЕМКОСТИ ЖИДКОСТЕЙ

Курлаева А.А., Веколова В.В.

571

ПРИМЕНЕНИЕ КУРСА «ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ ХИМИЯ» ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ
ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В МЛАДШЕЙ ШКОЛЕ

Чумичев А.А.

572

Секция «Информационные технологии»
научный руководитель – Габитов Фанзиль Рамилович

КОНЦЕПЦИЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ В СЕТЯХ LTE

Каримов А.А.

573

**VII Международная студенческая электронная научная конференция
«Студенческий научный форум 2015»**

Технические науки

**Секция «Электрификация и автоматизация горного производства»
научный руководитель – Семёнов Александр Сергеевич, старший преподаватель**

**КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ
И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА
АЛМАЗОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Матул Г.А.

*Политехнический институт (филиал) ФГАОУ ВПО
«Северо-восточный федеральный университет
имени М.К. Аммосова», Мирный,
e-mail: mailbox428@gmail.com*

На современном этапе остро стоит вопрос модернизации предприятий алмазодобывающего профиля с целью повышения эффективности и оптимизации работы промышленного оборудования и основных технологических процессов, в том числе снижения энергопотребления. Инструментом этого может служить комплексная автоматизация и оптимизация производства, организация сквозного обмена данными и отчетности в рамках корпоративной информационной сети производственных подразделений предприятия.

Именно автоматизация наиболее доступное, а иногда и единственное средство быстрого повышения эффективности производства, снижения себестоимости и повышения качества продукции. На основе компьютерного анализа больших потоков информации в контурах управления и отображения протекающих процессов в виде «виртуальных» мнемосхем, оптимизации управления промышленных объектов предоставляется возможность оперативного переконфигурирования производства и оптимизации технологических процессов и промышленного оборудования в ходе его работы без остановки самого производства.

На сегодняшний день, анализируя и обобщая накопленный опыт, разработана комплексная система автоматизации и оптимизации производства, организация сквозного обмена данными и отчетности в рамках корпоративной информационной сети производственных подразделений предприятия нефтегазового профиля, на основе единой автоматизированной системы мониторинга промышленного оборудования и основных технологических процессов и оперативно-диспетчерского управления.

Для оптимизации производства в контур управления промышленных процессов предприятий включается модуль адаптивного прогнозирующего управления систем промышленной автоматизации. Включение таких модулей в контур управления промышленных процессов предприятий с высоким энергопотреблением позволяет добиться экономии энергии до 8%.

Модернизация предприятий алмазодобывающей отрасли сегодня – задача чрезвычайно актуальная. Поскольку, в результате этого, предприятия смогут не только снизить себестоимость продукции, но и существенно повысить ее качество.

Главная задача при переработке кимберлитовой руды – извлечение максимального количества алмазов, при сохранности их размеров. Перерабатываемое сырье отличается не только составом, но и физико-

техническими свойствами. Для каждого вида сырья должен быть выбран такой способ подготовки, который обеспечивал производство с минимальными энергетическими затратами.

Главная задача модернизации это:

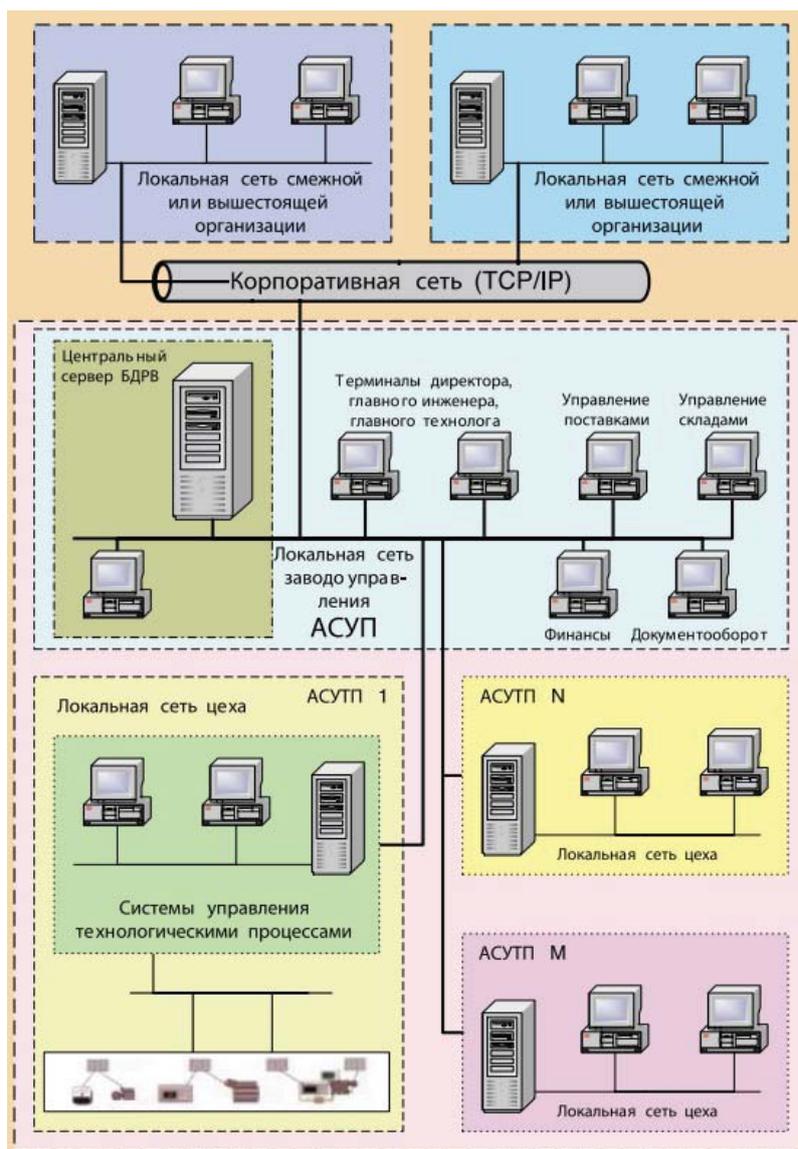
- повышение качества продукции,
- снижение себестоимости (снижение затрат в первую очередь за счет экономии энергопотребления),
- обеспечение безопасности производства (контроль за возникновением взрыво и пожароопасных ситуаций),
- защита окружающей среды (контроль выбросов в атмосферу с целью соблюдения установленных предельных значений).

Одним из инструментов для такой модернизации служит новая концепция автоматизации, которая, базируясь непосредственно на процессах и технологиях производства и с учетом перечисленных выше особенностей, предназначена для реализации следующих задач:

- повышение эффективности производства;
- повышение управляемости и прозрачности производственных процессов;
- отслеживание текущего состояния (постоянно проводящийся мониторинг);
- контроль за выполнением решений на каждой стадии производственного процесса;
- корректировка ситуации в соответствии с принятым решением;
- оптимизация технологических процессов и производства в целом.

В случае исходно низкого уровня автоматизации может быть применена комплексная модернизация систем управления техпроцессом. При такой модернизации полностью заменяются системы управления, что в определенных случаях оказывается наиболее выгодным и экономически эффективным решением. Для решения этих задач, необходимо создать многоцелевую информационно-управляющую систему широкого назначения, охватывающую все подразделения предприятия и объединяющую их в единую, постоянно функционирующую систему (рисунок).

Основные исходные данные о технологических и производственных процессах должны поступать в реальном времени непосредственно с измерительных комплексов, в состав которых входят устройства отбора и подготовки пробы, системы диагностики оборудования и системы сбора, обработки и представления данных. Т.к. качество производимого топлива определяется постоянством состава сырья и его физико-техническими свойствами, то информационно-управляющая система должна обеспечивать измерение соответствующих параметров (влажность, температура, давление и т.п.) и содержать алгоритмы оперативного управления технологическими процессами с минимальными энергетическими затратами. Кроме того, такая система управления позволяет получать достоверную производственную информацию обо всех стадиях производства.



Общая структура информационно-управляющей системы с внешними подсистемами

Первым шагом на пути к созданию многоцелевой информационной системы предприятия является интеграция данных со всех систем автоматизации технологических процессов, которые, как правило, уже имеются в подразделениях предприятия, причем появление их в разные годы на базе разнообразных платформ создает дополнительные сложности по их совместимости. Предлагаемые решения обеспечивают сквозную автоматизацию и оптимизацию на всех этапах технологического процесса, надежность всех операций, повышение качества выпускаемой продукции, строгого соблюдения экологических требований.

Основной целью при разработке единой системы автоматизации и организации отчетности производства является решение следующих задач:

- сбор и хранение информации о соответствующих объектах контроля и управления;
- простая интеграция ранее созданных систем автоматизации, базирующихся на различных платформах разных производителей в единую, централизованно

управляемую систему; воспроизведение информации в форме итоговых сообщений и сводок, отражающих текущее состояние объектов;

- многоплановое воспроизведение информации для экспертов по прогнозированию и планированию с целью предварительного моделирования и анализа объектов и процессов;

- обновление запоминаемых данных, автоматизацию процессов управления и архивирования.

Предлагаемое решение формируется на основе современных программных и технических средств и технологий, которые обеспечивают сбор, обработку, передачу, хранение и визуализацию данных в реальном масштабе времени. Используемое программное обеспечение позволяет решить задачу интеграции различных информационных подсистем в единую информационную централизованную систему контроля и управления предприятием.

В качестве программной базы выбранного решения служат следующие программные продукты:

- SCADA-система InTouch (Wonderware);

- IndustrialSQL Server (Wonderware);
- SuiteVoyager (Wonderware);
- Инструментальные средства для разработки коммуникационных серверов (FactorySoft Toolkit);
- Система «SCAP» (модуль ПИД регулирования на основе алгоритма адаптивного предикативного управления), («Site Telecom»).

База данных реального времени является информационным ядром разрабатываемой системы.

Рассмотрим функции и уровни автоматизированных систем управления и оперативно-диспетчерского контроля.

Уровень 1 – Системы локальной автоматизации

Данный уровень включает системы автоматизации, регулирования и оптимизации технологических процессов (системы управления процессами, в том числе, программируемые логические контроллеры и распределенные системы управления), системы технических и коммерческих измерений потребления энергии, вспомогательные системы процессов автоматизации, телеметрические системы основных промышленных модулей, системы сбора технологических данных с ручным вводом и т.д.

Прикладное программное обеспечение этого уровня запрашивает технологические данные от производственных цехов и участков, обеспечивая местные архивы и передавая данные на сервер технологических данных через различные каналы связи.

Уровень 2 – База данных реального времени

БДРВ предназначена для сбора и хранения технологических данных и выполняет следующие задачи:

- сбор и архивирование технологических данных, а также автоматические расчеты технических характеристик и производительности оборудования и отделов в общей базе технологических данных в реальном масштабе времени;
- поддержка тенденций развития, основных плановых показателей работы, централизованное управление и диспетчерский контроль производством и технологическими процессами;
- ведение оперативного электронного журнала диспетчера;
- обеспечение визуализации условий производства;
- подготовка оперативных сводок и месячных эксплуатационных рапортов, распределение отчетов между отдельными подразделениями и т.д.;
- оптимизация производства и повышение эффективности, ОЕЕ (общая эффективность эксплуатации оборудования);
- обмен данными со смежными БД предприятия (например, с БД предприятия, БД паспортных данных и т.д.).

Уровень 3 – Предоставление данных

На данном уровне обеспечивается предоставление всех видов информации, получаемой и обрабатываемой на втором уровне:

- АРМ операторов технологических процессов и диспетчеров;
- АРМ технологов и экспертов;
- АРМ руководителей подразделений.

Уровень 4 – Технологический web-портал

На данном уровне обеспечивается доступ к технологическим данным через Интернет с широким использованием web технологий (тонкие клиенты), при этом можно получать максимально подробные данные (вплоть до экранов АРМ оператора) при минимальных требованиях к клиентскому оборудованию и программному обеспечению. АРМы руководителей также могут быть реализованы на этом уровне. Инте-

грация различных информационных уровней управления предприятием позволяет решить следующий набор задач: сохранение данных в реальном времени о технологических процессах, поступающих от различных технологических участков/цехов/станций; визуализация производственного процесса, обеспечивающая количественные параметры для всех основных стадий технологического процесса; Поддержка интернет-решений для основного и вспомогательных технологических производств.

Основные результаты работы

Внедрение комплексной автоматизации на предприятиях алмазодобывающей отрасли обеспечивает:

- энергосбережение;
- повышение производительности технологических линий;
- повышение качества продукции;
- отслеживание в реальном времени и определение эффективности технологических процессов;
- ведение архива технологических параметров;
- отображение параметров на АРМ диспетчеров и технологов, как в реальном масштабе времени, так и архивных;
- многоплановое воспроизведение информации для экспертов по прогнозированию и планированию с целью предварительного моделирования и анализа объектов и процессов;
- удаленный доступ к архивным и текущим данным на базе web-технологий.

Список литературы

1. Рушкин Е.И., Бондарев В.А., Семёнов А.С. Применение автоматической газовой защиты на подземном руднике по добыче алмазосодержащих пород // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-1. – С. 229-231.
2. Семёнов А.С. Применение системы электропривода с преобразователем частоты и автономным инвертором напряжения на проходческом комбайне // Технические науки – от теории к практике. – 2013. – № 18. – С. 71-77.
3. Семенов А.С., Кугушева Н.Н., Хубиева В.М., Матул Г.А. Внедрение пакета программ MATLAB в учебную и научную работу студентов технических специальностей // Естественные и технические науки. – 2014. – № 3 (71). – С. 165-171.
4. Семёнов А.С., Матул Г.А., Хазиев Р.Р., Шевчук В.А., Черенков Н.С. Анализ показателей качества электрической энергии при работе асинхронного двигателя от трёхфазного источника питания // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9-6. – С. 1210-1215.
5. Семёнов А.С., Пак А.Л., Шипулин В.С. Моделирование режима пуска электродвигателя погрузочно-доставочных машин применительно к рудникам по добыче алмазосодержащих пород // Приволжский научный вестник. – 2012. – № 11 (15). – С. 17-23.

ВЫБОР КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Семёнов А.С., Бондарев В.А.

Политехнический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «Северо-восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», Мирный, e-mail: sash-alex@yandex.ru

К основным задачам измерения показателей качества электроэнергии относится: обнаружение помех и их оценка; регистрация измеренных числовых характеристик в целях обработки и отображения результатов; оценка измеренных значений показателей качества электроэнергии (ПКЭ) на соответствие установленным требованиям; определение источника помех; проведение коммерческих расчетов между поставщиком и потребителем электроэнергии.

Для организации измерений необходимо определить вид контроля, точку осуществления измерений и виды контролируемых ПКЭ. В зависимости от длительности наблюдения можно выделить два вида ор-

ганизации контроля качества электроэнергии: периодический и постоянный. Отличие постоянного контроля (мониторинга) от периодического заключается в непрерывности во времени измерений и обработки результатов.

Номенклатуру измеряемых параметров, характеризующих качество электроэнергии, устанавливают ГОСТ 13109-97 и ГОСТ Р 51317.4.30-2008. Большинство отечественных сертифицированных средств измерения (СИ) ПКЭ спроектированы и реализованы под ГОСТ 13109-97. Номенклатура измеряемых параметров включает собственно ПКЭ (нормируемые и ненормируемые), а также вспомогательные параметры электрической энергии, являющиеся дополнительными характеристиками ПКЭ. Однако и эта достаточно обширная номенклатура не охватывает всего необходимого перечня, когда возникает задача анализа КЭ. Здесь под анализом подразумевается комплекс измерений и расчетов, необходимых при выявлении источника ухудшения КЭ, при определении долевого и фактического вклада в уровни ПКЭ в точке общего присоединения. В целом же при определении номенклатуры параметров, измеряемых конкретным СИ, следует исходить из его назначения и области применения. Такой подход позволяет использовать в каждом конкретном случае не универсальные приборы, а специализированные на решение определенных задач.

Общие требования, предъявляемые к СИ ПКЭ, являются обязательными по причине того, что определяют те условия, при которых СИ ПКЭ должны нормально функционировать в рамках основной погрешности, при обеспечении должного уровня безопасности от поражения электрическим током. Общие требования предъявляются по: конструктивному исполнению; климатическим воздействиям; электропитанию; входным каналам; принципу действия; хранению результатов измерения; отображению результатов измерений.

Конструктивное исполнение

Данное требование, для СИ ПКЭ, отражает необходимость обеспечения защиты от поражения электрическим током. Для чего корпус СИ ПКЭ выполняется из диэлектрических материалов. Также должен быть предусмотрен зажим защитного заземления, соединенный с внутренними токопроводящими (не токоведущим в нормальном режиме работы) частями СИ ПКЭ. В случае появления потенциала на этих частях, этот потенциал сравнивается (или становится близким) с потенциалом земли, при правильном заземлении СИ ПКЭ. Требование конструктивного исполнения включает защиту от несанкционированного доступа. Данная защита реализуется возможностью опломбировки органов управления и использованием системы паролей. Опломбировка дает возможность определения ошибочных результатов измерений при непредусмотренном изменении схемы включения прибора. Несанкционированный доступ к изменениям уставок или настроек СИ ПКЭ осуществляется системой паролей.

Климатические воздействия

Измерения ПКЭ могут производиться при различных условиях окружающей среды в месте установки СИ ПКЭ. Такими условиями могут быть: низкие (неотапливаемые помещения) и высокие (ТП мачтового типа) температуры, повышенная (необслуживаемые ТП расположенные на открытом воздухе в зимний период или при дожде) и пониженная (ТП мачтового типа в солнечную погоду) влажность. Требования по

климатическому исполнению для СИ ПКЭ: СИ ПКЭ должны нормально функционировать при температурах от минус 30 до плюс 40°C и относительной влажности до 90%.

Электропитание

Приборы должны обеспечивать возможность подключения как к сети переменного напряжения 220В, так и ко вторичным цепям трансформаторов напряжения 57,7 и 100В, допуская функционирование СИ при провалах напряжения и при кратковременных перенапряжениях в диапазоне, по меньшей мере, 40% от номинального напряжения питающей сети.

Входные каналы

СИ ПКЭ должны обеспечивать возможность проведения измерений в трех фазах контролируемой сети с заземленной или изолированной нейтралью. Номинальные напряжения входных измерительных каналов 57,7; 100 и 220 В.

В случае работы прибора под Стандарт МЭК 61000.4.30 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Техника испытаний и измерений. Методы измерений качества электрической энергии», СИ ПКЭ должно быть дополнено четырьмя каналами по току: ток трех фаз и ток в нейтрали.

Принцип действия

СИ ПКЭ должны в реальном масштабе времени обеспечивать непрерывное измерение ПКЭ и вспомогательных параметров электроэнергии. СИ ПКЭ должны быть цифровыми программируемыми приборами, использующими высокоразрядные аналого-цифровые преобразователи и быстродействующие процессоры.

Хранение результатов измерений

СИ ПКЭ должны обладать достаточной по объему энергонезависимой памятью, позволяющей длительно сохранять результаты измерений. Архивы с результатами контроля КЭ, накапливаемые в памяти СИ, должны содержать информацию о времени проведения измерений.

Отображение результатов измерений

СИ ПКЭ должны обеспечивать возможность отображения как текущей информации о параметрах режима, так и архивной, накопленной ранее. Большинство из существующих СИ ПКЭ имеют для этого алфавитно-цифровой дисплей, а небольшое число приборов дополнительно оснащено графическим дисплеем, который упрощает проведение измерений и оперативный анализ результатов.

Наиболее распространенные, среди испытательных лабораторий и центров качества электроэнергии, средства измерения отечественного производства, такие как «ЭРИС-КЭ.02», «Энергомонитор-3.3 Т1», «РЕСУРС-UF», ИВК «ОМСК-М» рассмотрены более подробно в приложении, и описаны в соответствии с их паспортами. Дополнительно, ряд менее распространенных приборов для контроля качества электроэнергии как отечественного, так и зарубежного производства, сведены в таблицу.

Таким образом, рекомендуется при выборе средств измерения для проведения контроля качества электроэнергии учесть следующее:

- средство измерения показателей качества электроэнергии должно соответствовать ГОСТ 13109-97 (или ГОСТ Р 51317.4.30) и обязательно должно быть зарегистрировано в Государственном реестре средств измерения РФ;

- средство измерения должно обеспечивать помимо контроля по напряжению измерения дополнительных характеристик электроэнергии по току и мощности.

Данные по средствам измерения показателей качества электроэнергии

Наименование средств измерения	Номер в Государственном реестре средств измерения РФ	Стандарт, под которым работает СИ	Данные о производителе
Серия приборов ЭРИС КЭ	№ 40572-09	ГОСТ 13109-97	ООО «Энергоконтроль», Москва
Энергомонитор-3.3 Т1	№ 31953-06	ГОСТ 13109-97 и EN 50160	ООО «НПП МАРС-ЭНЕРГО», Санкт-Петербург
«РЕСУРС-UF»	№ 19044-04	ГОСТ 13109-97	НПП «Энерготехника», Пенза
ИВК «Омск-М»	№ 21571-01	ГОСТ 13109-97.	ООО Энерготехнология, Омск
С.А 8230 – однофазный графический анализатор качества питания	28710-09	EN50160	Chauvin Arnoux, Франция
С.А 8335 QUALISTAR PLUS+ AmpFlex450 – анализатор параметров электросетей, качества и количества электроэнергии (с клеммами AmpFlex 450 мм)	28710-09	EN50160	Chauvin Arnoux, Франция
Fluke 434 – анализатор качества электроэнергии для трехфазной сети	нд	EN50160	FLUKE, США
MI 2092 – анализатор качества электроэнергии	36080-07	EN50160	Metrel, Словения
Power Sentinel 1133A – регистратор (анализатор)	36636-07	Полностью программируемый	Arbiter Systems, США
РQM-701 – анализатор параметров качества электрической энергии	На испытаниях	ГОСТ Р 51317.4.7–2008	Sonel, Польша
АКЭ-823 – микропроцессорный регистратор – анализатор качества электроэнергии	36526-07	нд	АКИП, Россия
МЭТ-5080 – многофункциональный электрический тестер – анализатор качества электроэнергии	29749-05	нд	АКИП, Россия
Парма РК 3.01 – регистратор (анализатор) качества электроэнергии	25731-05	ГОСТ 13109-97.	ООО «ПАРМА», Россия
Энергомонитор-3.2 – прибор для непрерывного измерения показателей качества электрической энергии и электроэнергетических величин (ПКЭ)	36290-07	ГОСТ 13109-97 и EN50160	ООО «НПП Марс-Энерго», Россия
Энерготестер ПКЭ – прибор для измерения показателей качества электрической энергии и электроэнергетических величин	39900-08	ГОСТ 13109-97, ГОСТ Р51317.4.30-2008	ООО «НПП МАРС-ЭНЕРГО», Россия
Анализатор качества электроэнергии AR 5	17900-05	ГОСТ 13109-97	CIRCUTOR, Испания
Прибор для измерения качества и учета электрической энергии, регистрации и контроля нормальных и аварийных режимов энергосети G4400	37706-08	ГОСТ 13109-97, EN50160, IEC61000-4-15, IEC61000-4-7, IEC61000-4-30	ELSPECT Ltd, Израиль

Список литературы

1. Semenov A.S. Development of monitoring system for measuring the quality of electrical energy on the mining industry // Applied and Fundamental Studies Proceedings of the 1st International Academic Conference. Edited by Yan Maximov. 2012. – С. 301-304.
2. Semenov A.S. Lower the economic losses in electric networks // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 12. – С. 57-59.
3. Semenov A.S. Measurement and analysis parameters quality of electric energy on the mining enterprises // Наука и технологии. – 2014. – № 3. – С. 22-28.
4. Бондарев В.А., Семёнов А.С. Оценка основных факторов энергосбережения // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-1. – С. 228-229.
5. Карташев И.И., Тульский В.Н., Кузнецов Н.М., Семёнов А.С. Мониторинг показателей качества электрической энергии в системах электроснабжения горных предприятий: монография. – М., 2013.
6. Кузнецов Н.М., Семёнов А.С. Разработка системы мониторинга для измерения показателей качества электроэнергии на горных

предприятиях // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4-2. – С. 295-299.

7. Кузнецов Н.М., Семёнов А.С., Бебихов Ю.В., Рыбников А.В. Результаты мониторинга показателей качества электрической энергии потребителей подземного рудника // Горный журнал. – 2014. – № 1. – С. 23-26.

8. Семёнов А.С. Разработка системы мониторинга показателей качества электроэнергии горных предприятий // Технические науки – от теории к практике. – 2012. – № 11. – С. 68-73.

9. Семёнов А.С. Разработка системы электроснабжения добычного участка подземного рудника // Мир современной науки. – 2013. – № 1 (16). – С. 12-15.

10. Семёнов А.С., Кузнецов Н.М. Анализ результатов мониторинга показателей качества электрической энергии в подземном руднике // Измерительная техника. – 2014. – № 4. – С. 31-34.

11. Семёнов А.С., Матул Г.А., Хазиев Р.Р., Шевчук В.А., Черенков Н.С. Анализ показателей качества электрической энергии при работе асинхронного двигателя от трёхфазного источника питания // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9-6. – С. 1210-1215.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КОНВЕЙЕРОВ
В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Черенков Н.С., Семёнов А.С.

*Политехнический институт (филиал) ФГАОУ ВПО
«Северо-восточный федеральный университет
имени М.К. Аммосова», Мирный,
e-mail: nikolay.cherenkov.93@mail.ru*

Автоматизация конвейера заключается в его модернизации (модификации), а также в систему его электропривода. В настоящее время многие компании предлагают такие услуги: модификацию конвейеров посредством снабжения их современными датчиками и компьютерами с необходимым ПО. Все это делается для ускорения производительности производственных и перерабатывающих фабрик, повышения дохода от производства, а также для увеличения безопасности на предприятии: ведь благодаря датчикам и ПО контролирующего конвейерное производство компьютера, повышается не только производительность, но и надежность работы конвейера и его безопасность, поскольку при аварийных ситуациях работа на фабрике (например, горноперерабатывающей) связана с определенным риском для жизни и здоровья сотрудников, работающих на предприятии.

**Автоматизация транспортеров
и конвейерных линий**

С момента изобретения современные конвейерные линии ушли далеко вперед. На многих предприятиях, тем ни менее, используются такие конвейеры, которые произведены достаточно давно. И такие линии могут не отвечать современным требованиям, как безопасности производства, так и производственного процесса.

Вместо покупки полного комплекса оборудования имеется и такое решение проблем, как модернизация уже установленных на предприятии конвейеров.

Автоматизация транспортеров и конвейерных линий позволяет:

- оптимизировать работу линий и сократить простои;
- управлять пуском, остановкой, режимом работы и скоростью конвейерных линий дистанционно;
- автоматизировать подачу компонентов;
- удаленно контролировать состояние конвейера;
- предупредительно извещать о запуске или остановке транспортеров;
- повысить уровень безопасности на предприятии;
- синхронизировать работу нескольких участков конвейерной линии;
- определять автоматически на линии брак продукции и останавливать конвейер;
- автоматизировать учёт готовой продукции и её компонентов;

В итоге автоматизация транспортеров/конвейеров повышает производительность предприятия, оптимизирует расход энергии, сокращает износ оборудования. Удаленное управление позволяет контролировать производственный процесс более эффективно. Повышается прибыльность производства в целом.

При автоматизации конвейерных линий выполняются следующие виды работ:

- разработка и внедрение для конвейерной ленты систем управления скоростью движения;
- для предотвращения на производстве несчастных случаев – установка систем безопасности и аварийного отключения оборудования;
- разработка и внедрение системы мониторинга и удаленного управления конвейером;
- установка счетных систем и модернизация систем автоматической сортировки и отборки.

Автоматизация отдельных конвейеров и конвейерных линий производится по двум основным схемам: дистанционное управление, при котором автоматизируются только пуск и остановка конвейера; автоматизированный контроль за работой конвейера и его элементов, при котором приводные двигатели автоматически отключаются при нарушении режима работы конвейера или его отдельных элементов.



Рис. 1. Конвейерная линия фабрики по сбору механизмов

Согласно правилам безопасной эксплуатации к аппаратуре автоматизированного или дистанционно-управления отдельными конвейерами или конвейерными линиями предъявляются следующие основные требования: обеспечение подачи предупредительного сигнала длительностью не менее 5 с; включение конвейеров в линию в последовательности, обратной направлению грузопотока, и обеспечение пуска последующего конвейера (против грузопотока) после разгона предыдущего; автоматическое одновременное отключение всех конвейеров в линии, транспортирующих груз на вышедший из строя конвейер; невозможность повторного включения неисправного конвейера при срабатывании электрических защит электродвигателя механической части конвейера и др.; отключение провода из любой точки по длине конвейера и наличие местной блокировки, предотвращающей пуск данного конвейера с пульта управления; возможность перехода на местное ручное управление приводами отдельных конвейеров при ремонте, осмотре и регулировании. Аварийное отключение привода конвейера должно осуществляться при обрыве ленты, затянувшейся пуске, снижении скорости ленты до 75% от номинальной, завале перегрузочного пункта и т.д. Между пультом управления, местом расположения приводов конвейера и пунктами загрузки конвейерной линии должна быть двухсторонняя телефонная связь или кодовая сигнализация. Для шахтных ленточных конвейеров применяют комплекс АУК.1М, обеспечивающий выполнение основных технических требований к автоматизации конвейерных установок и предназначенный для автоматизированного управления конвейерами и контроля работы стационарных и полустационарных неразветвленных конвейерных линий с числом конвейеров до 10. Комплекс обеспечивает централизованное управление из пункта оператора, расположенного в шахте или на поверхности, и включает в себя пульт управления и блоки управления, в которые входят датчики скорости, датчики контроля схода ленты, кабель-тросовые выключатели, сирена и др. Для контроля скорости ленты применяют тахогенераторные датчики, устанавливаемые у приводной станции между холостой и рабочей ветвями ленты. Ролик датчика прижимается пружиной к ленте. При вращении ролика тахогенератор вырабатывает ток с определенными параметрами, которые изменяются при изменении скорости ленты. Это фиксируется приборами, подающими команду на электропривод конвейера. Датчик контроля схода ленты контролирует ее положение и при аварийном сходе ленты в сторону подает сигнал в систему дистанционного или автоматизированного управления. Для экстренного прекращения пуска и экстренной остановки конвейеров с любого места технологической линии используют кабель-тросовые выключатели, состоящие из гибких тяг (тросов), протянутых вдоль става конвейера, и конечных выключателей. Для контроля состояния тросовой основы резинотросовых лент применяют устройства, обеспечивающие обнаружение поврежденных тросов в поперечном сечении ленты при ее движении, автоматическое суммирование повреждений тросовой основы по длине ленты и выдачу команды на отключение конвейера при обнаружении недопустимых повреждений. Применяют также датчики контроля работы перегрузочных пунктов (контроля заполнения бункеров и течек в местах перегрузок горной массы с конвейера на конвейер), аппаратуру автоматизации орошения на перегрузках, предназначенную для автоматического включения и отключения системы орошения в местах перегрузки на конвейерах и др.



Рис. 2. Ленточные конвейеры по транспортировке осадочных пород

Практика автоматизации горных предприятий

ООО «Компания ДЭП» создала автоматизированную систему управления конвейерами дорожно-эксплуатационного предприятия (АСУК-ДЭП) – подсистема горного предприятия и конвейерного транспорта, которая была создана для проведения модернизации морально устаревших систем управления конвейерами, таких как АУК рудника. К этому времени на горных предприятиях уже был опыт внедрения систем автоматизации: управление технологическими процессами на обогатительных фабриках, управление поточно-транспортными линиями на поверхности и т.п. Однако такая модернизация означала полную замену системы управления, что в свою очередь являлось остановкой конвейера на неопределенный срок. Поэтому было принято решение создавать систему с максимальным сохранением функциональной части оборудования, которая не противоречила внедряемой новой технологии и могла работать совместно с модернизируемой аппаратурой. Такой подход позволил внедрять новое оборудование последовательно, «от конвейера к конвейеру», не останавливая всю цепочку конвейеров, и сокращал затраты на инвестиции такой модернизации.

Внедрение системы автоматизации конвейеров должно было позволить:

- перевести управление конвейерным транспортом на поверхность;
- разместить центральный диспетчерский пульт управления в диспетчерской рудника;
- повысить безопасность работы конвейеров путем получения адресной оперативной информации о состоянии датчиков защиты и систем пожаротушения;
- оперативно устранять аварии;
- своевременно распределять грузопоток, обеспечивая равномерную выдачу руды;
- проводить постоянный контроль работы и простоев конвейерных линий;
- настраивать систему управления конвейерным транспортом в зависимости от изменения технологии грузопотоков.

Диспетчерский пункт управления представлял РС-компьютер в промышленном исполнении с бесперебойным источником питания и операционной системой не ниже Windows 2000. Блок управления конвейером разместили в непосредственной близости от приводного механизма. Органы управления и индикации расположили на дверце шкафа (с возможностью размещения их на отдельном пульте). Монтаж блока управления спроектировали с максимальным использованием существующих кабелей и схем обвязки.

Контрольные датчики в шлейфе безопасности, при контроле ленты, ограждения, датчики скорости ленты и барабана потребовали только ревизии. Для определения номера сработавшего в шлейфе датчика был разработан малогабаритный адресный модуль, который легко устанавливается в цепи датчика, типа КТВ и КСЛ, и при его замыкании генерирует в шлейф запрограммированный адрес. На верхнем уровне установили специализированное программное обеспечение АРМ-ЦПУ.

Данная система автоматизации конвейерного транспорта прошла опытную эксплуатацию в 2003 году в руднике ОАО «Уралкалий» и в 2004-м получила разрешение на применение в шахтах и рудниках, опасных по газу и пыли. Система получила название «автоматизированная система управления конвейерным транспортом АСУК-ДЭП». За семь лет АСУК-ДЭП получила «прописку» на многих предприятиях горной и угольной промышленности. В частности, ее используют все рудники ОАО «Уралкалий» и ОАО «Сильвинит», все шахты ОАО «Воркутауголь». В Кузбассе первыми АСУК-ДЭП стала использовать шахта «Березовская», а в настоящее время системой заинтересовались и другие угольные предприятия региона.

За это время система АСУК-ДЭП получила немало положительных отзывов. Система постоянно совершенствуется, добавились новые функции: измерение температуры на двигателе и редукторе, измерение объема транспортируемого материала, управление орошением и пр. Появилась аппаратура управления вспомогательным оборудованием конвейерного транспорта — например, пересыпными устройствами, бункерами, питателями, катучими конвейерами, реверсивными конвейерами и многое другое.

Результаты исследований

Дальнейшее качественное совершенствование автоматизации конвейерных линий должно развиваться в направлении повышения централизации управления на базе использования специализированных ЭВМ и микроконтроллеров, что позволит повысить оперативность управления за счет обработки большого объема информации о работе конвейеров, причинах аварийных ситуаций, вести работу конвейеров в оптимальных режимах, увязанных с работой очистных забоев или других источников грузопотока.

Автоматизация конвейерного транспорта предусматривает оснащение средствами автоматического контроля и защиты каждого конвейера и управление, как отдельными конвейерами, так и всей линией.

Повышение эффективности технологических процессов путем применения компьютерно-интегрируемых систем автоматизированного управления является перспективой дальнейшего развития рудодобывающей промышленности, которые позволяют организовать технологические процессы на качественно новом уровне, исключая непроизводительные затраты времени и энергоресурсов при изменении динамических параметров объекта. Если рассматривать транспортный комплекс шахты, который осуществляет доставку полезного ископаемого от очистных забоев на поверхность шахты и включает в себя конвейерный транспорт с аккумуляционными емкостями и скиповой подъем, то в процессе работы конвейерной линии должно обеспечиваться наиболее выгодное (по условиям экономии электроэнергии) соотношение параметров — «уровень загрузки ленты — величина скорости ленты», не ограничивая при этом производительность забоя. При отсутствии твердого материала на ленте конвейер должен быть остановлен. Это позволит снизить потребление электрической энергии за счет уменьшения времени работы конвейеров

вхолостую, а также повысит срок их службы. Существующие в настоящее время системы управления шахтными конвейерными установками не позволяют достаточно эффективно регулировать скорость движения ленты. Поэтому единственным вариантом регулирования её скорости при производительной работе является остановка конвейеров на период времени, продолжительность которого определяется аккумулярующей способностью конвейерного состава. Автоматическое поддержание в процессе разгрузки аккумулярующего бункера рационального соотношения параметров — «уровень загрузки бункера — уровень загрузки ленты — скорость движения ленты» обеспечит дополнительную экономию электроэнергии.

Список литературы

1. Семёнов А.С., Шипулин В.С. Использование газоаналитических систем нового поколения для защиты рудника // *Фундаментальные исследования*. — 2014. — № 6-3. — С. 480-484.
2. Рушкин Е.И., Бондарев В.А., Семёнов А.С. Применение автоматической газовой защиты на подземном руднике по добыче алмазосодержащих пород // *Современные наукоемкие технологии*. — 2014. — № 5-1. — С. 229-231.
3. Семёнов А.С. Применение системы электропривода с преобразователем частоты и автономным инвертором напряжения на проходческом комбайне // *Технические науки — от теории к практике*. — 2013. — № 18. — С. 71-77.
4. Семёнов А.С., Пак А.Л., Шипулин В.С. Моделирование режима пуска электродвигателя погрузочно-доставочных машин применительно к рудникам по добыче алмазосодержащих пород // *Приволжский научный вестник*. — 2012. — № 11 (15). — С. 17-23.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Шевчук В.А., Семёнов А.С.

Политехнический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «Северо-восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», Мирный, e-mail: kainotheone@gmail.com

В настоящее время двигатели переменного тока пользуются большим спросом среди большинства современных производственных предприятий. Российский и зарубежный опыт показывает, что они используют 80% всей вырабатываемой в стране электроэнергии, поэтому стабильность их работы играет большую роль в крупной промышленности. Периодическая диагностика состояния оборудования помогает своевременно выявить возникающие неисправности. [1]

Асинхронные двигатели (АД) на практике показывают свою выносливость и простоту по относительно низкой стоимости. Однако в процессе эксплуатации могут возникать повреждения элементов двигателя, что в свою очередь приводит к преждевременному выходу его из строя.

Основными источниками развития повреждений асинхронного двигателя являются:

- перегрузка или перегрев статора электродвигателя — 31%;
- межвитковое замыкание — 15%;
- повреждения подшипников — 12%;
- повреждение обмоток статора или изоляции — 11%;
- неравномерный воздушный зазор между статором и ротором — 9%;
- работа электродвигателя на двух фазах — 8%;
- обрыв или ослабление крепления стержней в белой клетке — 5%;
- ослабление крепления обмоток статора — 4%;
- дисбаланс ротора электродвигателя — 3%;
- несоосность валов — 2%. [7]

В производстве внезапный выход из строя двигателя может привести к непоправимым последствиям.

Очень важно выявлять любой дефект на ранней стадии, исключая риск возникновения серьезных повреждений двигателя.

Система технической диагностики должна включать в себя регулярный мониторинг технического состояния электродвигателей, поиск дефектов, повреждений, определение степени опасности дефектов и оценку остаточного ресурса оборудования. Для предприятий, осуществляющих специализированное сервисное обслуживание ремонты электродвигателей, задача проведения диагностики состояния электродвигателей не менее актуальна. [2]

Идеальный современный способ диагностирования электродвигателей должен отвечать следующим требованиям:

- высокая достоверность и точность выявления неисправностей и повреждений электродвигателя;
- возможность обнаружения всех или значительной части электрических и механических повреждений электродвигателя и связанных с ним механических устройств;
- проведение диагностических измерений дистанционно, что актуально в тех случаях, когда доступ к оборудованию затруднен;
- низкая трудоемкость диагностических работ (измерений) и простота проведения измерений;
- возможность проведения аналитической обработки полученных результатов измерений за короткое время, с применением вычислительных и программных средств. [2]

К тому же, при эксплуатации электродвигателей, находившихся в неудовлетворительном состоянии, может привести к финансовым потерям:

- прямым, связанным с непрогнозируемым выходом из строя оборудования и вызванным этим нарушением технологического процесса;
- значительным (до 5–7%) косвенным непродуктивным затратам электроэнергии, обусловленным повышенным электропотреблением. [1]

Отсюда остро встаёт вопрос о необходимости диагностики состояния двигателя в процессе его работы.

Большинство современных методов диагностики базируется на анализе вибрации работающих машин и оборудования. Эти методы составляют основу функциональной (рабочей) диагностики, несмотря на то, что режимы работы оборудования могут быть самыми разными – от установившихся (номинальных или специальных) до переходных, в том числе пусковых, импульсных и т.п. В функциональной диагностике машин и оборудования по вибрации используется информация, содержащаяся в характеристиках колебательных сил и свойствах колебательной системы. И поскольку до начала анализа вибрации работающего оборудования, как правило, нет достаточно точной информации ни о колебательных силах, ни о колебательной системе, в функциональной диагностике максимальный результат дают самые сложные методы анализа вибрации, являющейся функцией параметров колебательных сил и свойств колебательной системы. [9]

Вибрация, измеряемая в контрольных точках работающего оборудования, является результатом действия колебательных сил в разных узлах оборудования на механическую колебательную систему с разными передаточными характеристиками от каждого из источников колебательных сил до каждой точки контроля вибрации. В наиболее общем виде колебательные силы описываются суммой периодических, случайных и ударных составляющих, а передаточные характеристики – амплитудно-частотными и фазочастотными компонентами. Естественно, что максимальный объем диагностической информации, содержащейся в структуре колебательных сил, можно получить, лишь разделив сигнал на составляющие (периодические, случайные и ударные) и анализируя каждую из них отдельно, с учетом передаточных характеристик колебательной системы. Практическое решение подобной задачи настолько сложно, что приходится рассматривать лишь ее частные случаи. [9]

Существует ряд факторов, влияющих на обоснованность применения какого-либо из методов вибродиагностики в каждом конкретном случае: режим работы АД, требуемая точность диагностики, условия, в которых проводятся операции диагностики, требования к виброизмерительной и виброанализирующей аппаратуре, качество электроэнергии.

Наиболее распространенными группами методов вибродиагностики асинхронного двигателя являются:

- Диагностика АД по среднеквадратичному значению (СКЗ) вибросигнала;
- Вибродиагностика АД с помощью фазовых портретов (траекторий колебаний);
- Спектральный анализ;
- Спектральный анализ огибающей;
- Кепстральный анализ;
- Ультразвуковая дефектоскопия и акустическая диагностика;
- Специальные диагностические параметры;
- Вейвлет-анализ;
- Статистические методы обработки сигналов вибрации;
- Диагностика на основе нейронных сетей. [8]

В настоящее время широкое распространение получил метод спектрального анализа потребляемого тока. Важным преимуществом этого подхода является то, что проведение мониторинга тока электродвигателя может быть выполнено как непосредственно на нем, так и в электрошите питания (управления). [2] Физический принцип, положенный в основу этого метода, заключается в том, что любые возмущения в работе электрической и/или механической части электродвигателя и связанного с ним устройства приводят к изменениям магнитного потока в зазоре электрической машины и, следовательно, к слабой модуляции потребляемого электродвигателем тока. Наличие в спектре тока двигателя характерных (и несовпадающих) частот определенной величины свидетельствует о наличии повреждений электрической или механической части электродвигателя и связанного с ним механического устройства. [1]



Рис. 1. Принципиальная схема измерительного комплекса для проведения диагностики электродвигателя

Для проведения диагностики состояния электродвигателей методом спектрального анализа потребляемого тока необходим измерительный (аппаратно-программный) комплекс, включающий оборудование:

1. Электродвигатель.
2. Механическое устройство электродвигателя – насос, компрессор и т.п.
3. Низкочастотный фильтр (кондиционер сигнала).
4. Аналого-цифровой преобразователь (АЦП).
5. Портативный компьютер (ПК) со специализированным программным обеспечением для сбора и анализа информации (данных). [3]

Запись сигналов тока осуществляется в течение времени, необходимого для выполнения спектрального анализа с разрешением по частоте не менее 0,01–0,02 Гц. Оцифрованные АЦП данные передаются в ПК, где выполняется обработка полученных данных: определяется частота вращения двигателя и число стержней его ротора, затем осуществляется специальный спектральный анализ сигнала тока. [1]

Рассмотрим общий пример.

На рисунке заметно увеличение частотных полос. Это говорит о различных дефектах, образовавшихся за 5 лет эксплуатации.

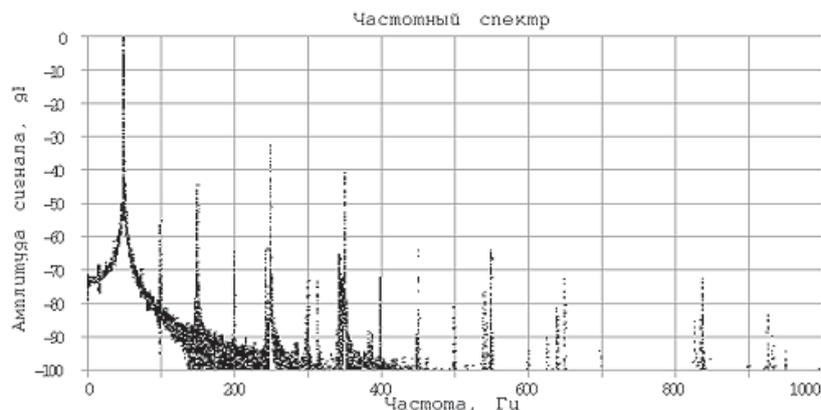


Рис. 2. Спектральный анализ потребляемого нового электродвигателя

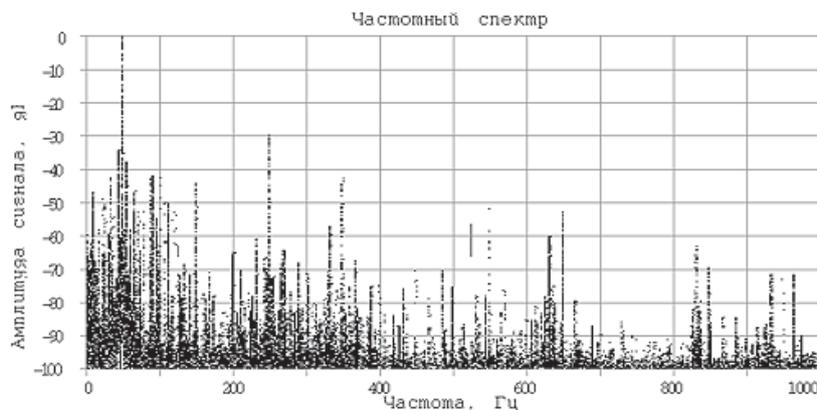


Рис. 3. Спектральный анализ потребляемого электродвигателя, эксплуатируемого 5 лет

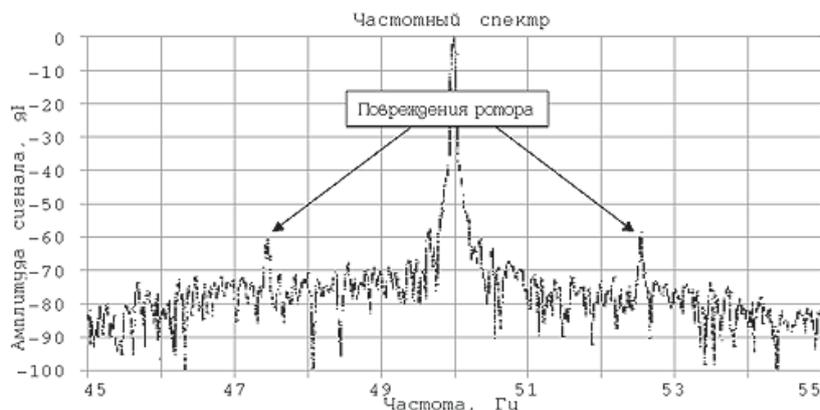


Рис. 4. Частоты, характерные для поврежденной ротора

На рисунке 4 можем увидеть более подробный пример. Повреждение ротора двигателя можно обнаружить по наличию двух относительно симметричных пиков частоты питающей сети в спектре тока. [1]

Аналогичным образом определяется и наличие таких дефектов, как:

- межвитковые замыкания обмоток статора;
- повреждения подшипников (необходимы данные о подшипниках электродвигателя и механического устройства);
- дисбаланс ротора электродвигателя;
- ослабление элементов крепления электродвигателя;
- дефекты механических частей связанных с электродвигателем устройств. [1]

В зависимости от способа получения информации данный метод может осуществляться двумя способами: контактным и бесконтактным. При бесконтактном способе чаще всего используют датчики в виде токовых клещей.

Но этот метод имеет недостаток – сильное искажение или появление высокочастотных гармоник при определённых дефектах. Сюда входит:

- Возникновение межвитковых и межфазных замыканий (появление в спектрах высокочастотных гармоник);
- Дефект в подшипниковом узле (искажение спектра, в частности, появление гармоник с комбинационными частотами). [4]

На сегодняшний день методы диагностики не позволяют полноценно диагностировать оборудование во всех условиях эксплуатации, а значит, не влияют на сокращения затрат, связанных с выходом из строя электродвигателя. Поэтому актуальна разработка каких-либо новых методов, либо использование методов ранее не использовавшихся в диагностике. Рассмотрим метод вихретокового контроля, который является не совсем стандартным для диагностики. [5]

Физический принцип основан на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых возбуждающей катушкой в электропроводящем объекте контроля. Плотность вихревых токов в объекте зависит от геометрических и электромагнитных параметров объекта, а также от взаимного расположения измерительного вихревого преобразователя (ВТП) и объекта. Электромагнитное поле вихревых токов воздействует на катушки преобразователя, наводя в них электродвижущую силу (ЭДС) или изменяя их полное электрическое сопротивление. Регистрируя напряжение на зажимах катушки или их сопротивление, получают информацию о свойствах объекта. [5]

Стоит отметить, что конструкция преобразователя крайне проста. Катушки помещают в предохранительный корпус и заливают компаундами. Благодаря этому они устойчивы к механическим и атмосферным воздействиям, могут работать в агрессивных средах в широком интервале температур и давлений, а также на него не влияют влажность, радиоактивные излучения, загрязненность газовой среды. [4]

Особенность данного метода так же состоит в том, что нет необходимости в контакте преобразователя и объекта. Их взаимодействие происходит на расстояниях, достаточных для свободного движения преобразователя относительно объекта (от долей миллиметра до нескольких миллиметров). Поэтому этими методами можно получать хорошие результаты контроля даже при высоких скоростях движения объектов. [5]

В работе [4] было экспериментально доказано, что наличие в спектре напряжённости гармоник,

кратных 3, является признаком межвитковых и межфазных замыканий, а кратных 2 – признаком эксцентриситета ротора.

Таким образом было установлено, возникновение 4 гармоник – механические повреждения двигателя (а); нечётных гармоник относительно 1 – при электрических неисправностях (б);

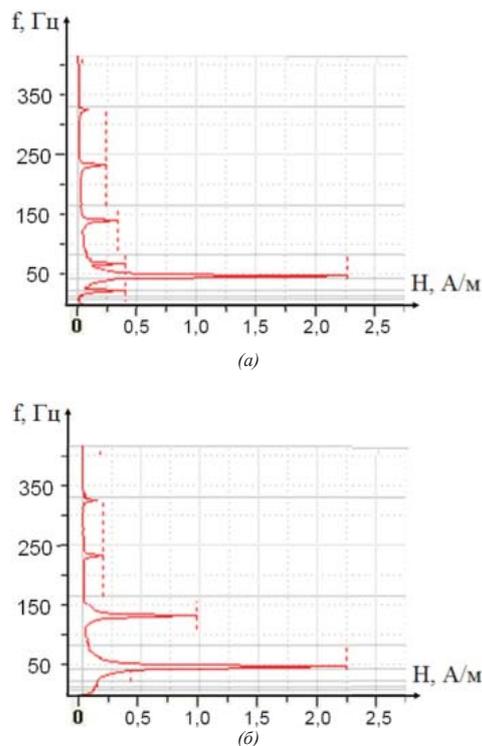


Рис. 5. Спектральный состав внешнего магнитного поля АД при эксцентриситете вала ротора (а); Спектральный состав внешнего магнитного поля АД при межвитковом замыкании (б)

При этом установлено, что наиболее информативной гармоникой является 3-я, т. к. она проявляется как при межвитковых замыканиях, так и при межфазных. Кроме того, по значению коэффициента 3-й гармоники появилась возможность делать прогноз о техническом состоянии электродвигателя, по результатам которого могут быть разработаны рекомендации о дальнейшей эксплуатации электродвигателя в зависимости от конкретных значений рассматриваемого диагностического параметра. [4]

В то же время применение метода вихретокового контроля затрудняется тем, что при контроле одного параметра другие являются мешающими. Для разделения параметров используют раздельное или совместное измерение фазы, частоты и амплитуды сигнала измерительного преобразователя, ведут контроль одновременно на нескольких частотах. [10]

В статье были рассмотрены два современных метода диагностики асинхронного двигателя: спектрального анализа потребляемого тока и вихретокового контроля. Так же на их фоне были рассмотрены наиболее широко применяемые методы обработки и анализа данных с целью вибрационного контроля. Составлена сравнительная таблица, из которой видно, что каждый метод имеет свои преимущества и недостатки и может быть использован в каких-либо частных случаях. Метод вихретокового контроля лучше всего использовать для выявления межвитковых замыканий. В отличие от других видов неисправно-

стей, чтобы определить межвитковые замыкания необходимо знать всего лишь коэффициент 3-й гармоники напряжённости внешнего магнитного поля, тогда как для определения неисправностей другого рода будет затруднено внешними факторами (расстояние измерения, качество электрической энергии, фоновые электромагнитные поля). В свою очередь, у метода спектрального анализа потребляемого тока спектр выявляемых неисправностей будет шире. Для обнаружения неисправностей электродвигателя выделяются характерные частоты электродвигателя и связанных с ним механических устройств. Но стоит отметить, что метод спектрального анализа потребляемого тока более трудоёмким и дорогим, чем метод вихретокового контроля.

Список литературы

1. Петухов В. Диагностика состояния электродвигателей. Метод спектрального анализа потребляемого тока // *Новости Электротехники*. – 2005. – № 1 (31). – С. 23–28.
 2. Петухов В. Диагностика электродвигателей. Спектральный анализ модулей векторов Парка тока и напряжения // *Новости электротехники*. – 2008. – № 1 (50). – С. 33–37.

3. Петухов В. Диагностика электродвигателей. Спектральный анализ модулей векторов Парка тока и напряжения // *Новости электротехники*. – 2008. – № 2 (50). – С. 43–49.
 4. Бобров В.В. Оценка эффективности основных методов диагностики асинхронных двигателей // *Ползуновский Вестник*. – 2012. – № 3/1. – С. 198–203.
 5. Бобров В.В. Оценка технического состояния асинхронных двигателей методом вихретокового контроля. Материалы конференции научных исследований и их практическое применение. Современное состояние и пути развития. – 2012.
 6. Сидельников Л.Г., Афанасьев Д.О. Обзор методов контроля технического состояния асинхронных двигателей в процессе эксплуатации // *Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело*. – 2013. – № 7. – С. 127–137.
 7. Неисправности асинхронного электродвигателя. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.malahit-irk.ru>. (Дата обращения: 25.12.2014).
 8. Браташ А.В. Анализ методов вибродиагностики асинхронных двигателей / А.В. Браташ, А.П. Калинов // *Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету*. – Кременчук: КДПУ, 2006. – Вип. 4.
 9. Барков А.В. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибрации: учебное пособие / А.В. Барков, Н.А. Баркова. – СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2004. – 156 с.
 10. Средства неразрушающего контроля. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://defektoskopia.narod.ru>. (Дата обращения: 26.01.15).

**Секция «Энергоснабжение, энергопотребление, энергосбережение»
 научный руководитель – Кузнецов Николай Матвеевич, канд. тех. наук, профессор**

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
 АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В КАЗАХСТАНЕ**

Келсигазина Р.Е., Дуйсен А.Ж.

*Государственный университет имени Шакарима,
 Семей, e-mail: ruziya_95@mail.ru*

В прогнозах Мирового энергетического агентства признается, что ядерная энергетика по сравнению с другими источниками энергии не только помогает удовлетворить растущий спрос на энергию и повысить безопасность энергоснабжения, но и уменьшает выброс углерода в атмосферу, поскольку на предприятии, производящие энергию из органического топлива, приходится около половины антропогенных выбросов парниковых газов.

Рост энергетических потребностей во всем мире, нестабильность цен на нефть и природный газ, экологические ограничения в связи с использованием органического топлива, озабоченность в отношении надежности энергоснабжения в ряде стран делают актуальной своевременную подготовку новых энергетических технологий. Активные исследования новых возобновляемых источников энергии и управляемого термоядерного синтеза пока не позволяют рассматривать их в качестве реалистичных конкурентоспособных способов крупномасштабного замещения традиционного топлива [1].

Ядерные технологии производства энергии обладают важными принципиальными особенностями по сравнению с другими энерготехнологиями:

- ядерное топливо имеет в миллионы раз большую концентрацию энергии и практически неисчерпаемые ресурсы;
- отходы ядерной энергетики имеют относительно малые объёмы и могут быть надёжно локализованы, а наиболее опасные из них можно «дожигать» в ядерных реакторах;
- ядерный топливный цикл (ЯТЦ) может быть реализован таким образом, что радиоактивность и радиотоксичность отходов не превысят их значений для руды, из которой добывается уран [2].

Таким образом, ядерная энергетика потенциально обладает всеми необходимыми качествами для посте-

пенного замещения значительной части энергетики на ископаемом органическом топливе и становления в обозримом будущем в качестве доминирующей энерготехнологии.

Целью данной работы является обоснование актуальности развития атомной энергетики и необходимости строительства АЭС в Казахстане.

При выполнении данной работы были поставлены и решены следующие задачи:

- анализ современных тенденций развития мировой ядерной энергетики;
- анализ современного состояния атомной энергетики в Казахстане;
- анализ сильных и слабых сторон атомной энергетики Республики Казахстан.

Сегодня Казахстан занимает первое место в мире по добыче урана и второе место по объемам запасов, обладая 19 % мировых разведанных запасов урана. За относительно короткое время Казахстан сумел поднять сферу атомной энергетики на высокий уровень развития. Кроме того, Казахстан обладает развитой уранодобывающей и перерабатывающей промышленностью с инфраструктурой для проведения фундаментальных и прикладных исследований в области ядерной энергетики и ядерной физики. В республике существует уникальная научная база для исследований в области ядерной физики, включая квалифицированный персонал. Благодаря этому в настоящее время в научных целях успешно эксплуатируются три исследовательских ядерных реактора.

Всего на территории Казахстана известно 129 месторождений и рудопроявлений урана. Месторождения урана объединены в 6 урановых провинций: Чусарьуская, Сырдарьинская, Северо-Казахстанская, Илийская, Прикаспийская, Прибалхашская (см. рисунок 1).

Большинство запасов урана (около 65%) пригодны для отработки наиболее прогрессивным, экологически безопасным и экономически целесообразным способом – методом подземного выщелачивания [3].

На сегодняшний день в Казахстане имеются все объективные предпосылки для создания и развития атомной отрасли. На рисунках 2, 3 представлены

сильные и слабые стороны существующей атомной отрасли в Казахстане.

В мае 2014 года был подписан меморандум о строительстве АЭС с водо-водяными энергетическими реакторами российского дизайна с установленной

мощностью от 300 до 1200 МВт. Согласно этому документу строительство будет начато в Курчатове в 2018 году. Курчатовская АЭС будет одним из первых крупных проектов, осуществлённых в рамках созданного Евразийского экономического союза.



Рис. 1. «Урановые провинции» Республики Казахстан



Рис. 2. «Сильные стороны» атомной отрасли Республики Казахстан



Рис. 3. «Слабые стороны» атомной отрасли Республики Казахстан

Анализ современного состояния атомной энергетики в мире, состояния энергетической отрасли в Казахстане показывает назревшую необходимость развития в стране атомной отрасли. Безопасное развитие атомной энергетики позволит создать основу для совершенствования научно-технической базы развития ядерных технологий, что будет способствовать сохранению и развитию «ядерной компетентности» и повысит конкурентный статус Казахстана в мире.

Список литературы

1. Программа развития атомной отрасли в Республике Казахстан на 2011 – 2014 годы с перспективой развития до 2020 года.
2. Перспективы развития атомной энергетики в рамках экологизации экономики. – URL: <http://arbit.ru/> (дата обращения 25.11.2014).
3. Национальный научный портал Республики Казахстан. – URL: <http://www.nauka.kz/> (дата обращения 20.11.2014).

**РЕЖИМЫ РАБОТЫ
ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ
НА МИКРОКЛИМАТ ПОМЕЩЕНИЯ**

Шалаганова А.Н., Тастанбеков М.Ж.

Государственный университет имени Шакарима,
Семей, e-mail: shalaganova_alma@mail.ru

Актуальность. Микроклимат помещения – это состояние внутренней среды помещения, которое оказывает воздействие на человека. Факторы, влияющие на микроклимат, можно разделить на две группы: нерегулируемые и регулируемые. Для поддержания параметров воздушной среды рабочих зон в пределах гигиенических норм решающее значение принадлежит факторам второй группы [1, 2]. Для создания комфортных условий микроклимата в помещении необходима эффективная эксплуатация отопительной системы.

Цель работы. Исследование влияния режима работы отопительных приборов на микроклимат помещения.

Задачи исследования:

- построение отопительного температурного графика системы отопления 90/70°C;
- определение зависимости расхода тепловой энергии от температуры наружного воздуха;
- определение зависимости температуры воздуха в помещении от этажности здания.

Объект исследования – система отопления учебного корпуса.

Характеристика здания:

- количество этажей здания – 4;
- система отопления здания с нижней разводкой;
- температурные параметры системы отопления 90/70°C.

Предмет исследования. Процессы теплоотдачи отопительных приборов, которые формируют параметры микроклимата.

Методы исследования. Экспериментально-теоретические.

Научная и практическая значимость. Полученные результаты могут применяться для поддержания оптимального режима работы системы отопления с учетом колебания температуры наружного воздуха.

На рисунке 1 представлены этапы проведения работы.

Результаты исследований. При проектировании систем отопления необходимо решить задачи обеспечения необходимых параметров микроклимата. Для этого требуется изучать процессы теплообмена в отапливаемых помещениях и проводить их анализ. Поддержание оптимального режима теплоснабжения осуществляется с помощью отопительных приборов.

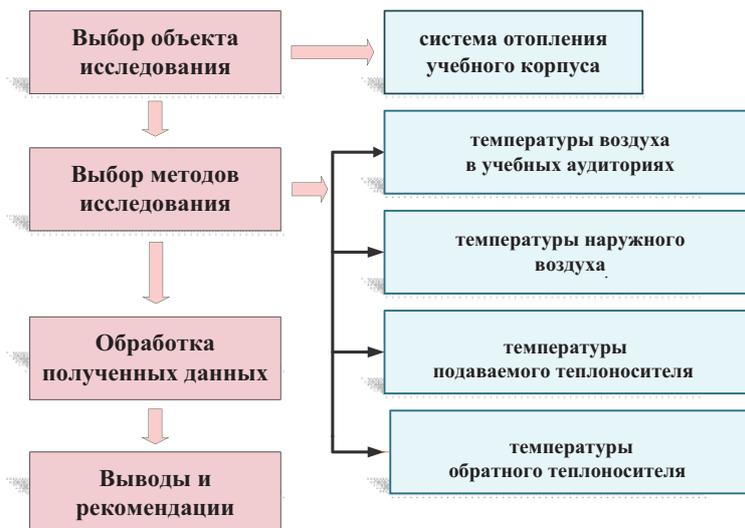


Рис. 1. Этапы проведения работы

Система отопления представляет собой взаимосвязанную совокупность устройств и элементов, предназначенных для нагрева воздуха в помещении до установленной температуры и поддержания её в заданных пределах в течение необходимого времени. Отопление относится к тому виду коммунальных услуг, потребление которого практически не регулируется в связи с частым отсутствием соответствующих устройств. Развитие регулирования потребления тепла на отопление становится одной из основных задач поставщиков тепла. Для этого должны использоваться доступные устройства [3, 4].

Отопительные приборы являются основными элементами систем отопления, именно они предназначены для передачи тепла от теплоносителя к воздуху помещения. Отопительные приборы устанавливаются в обогреваемых помещениях и к ним предъявляют соответствующие требования [5]. В настоящее время на практике используется достаточно много типов приборов, существуют различные марки приборов каждого типа [6]. В системе центрального отопления для регулирования теплового потока предусмотрена возможность использования трех методов регулирования теплоотдачи системы (качественное, количественное, качественно-количественное) [7]. В настоящее время отсутствуют общепринятые количественные показатели отопительной системы. В то же время оце-

нить управление можно по качеству функционирования отопительной системы в различных режимах [8].

В помещениях учебного корпуса были определены температуры внутри учебных аудиторий, отопительных приборов, теплоносителей и окружающей среды во время отопительного сезона (октябрь-апрель 2013-2014 годов).

В рассматриваемой системе отопления здания с нижней разводкой, в двухтрубной системе отопительные приборы присоединены параллельно к двум самостоятельным теплопроводам – горячему, подающему воду в прибор, и обратному, отводящему ее от приборов. В качестве отопительных приборов во всех учебных аудиториях на всех этажах установлены чугунные радиаторы, состоящие из семнадцати секций.

Температура внутри помещений учебных заведений должна быть не ниже плюс 20°C (в угловых помещениях плюс 22°C). Также нормируется допустимое превышение внутренней температуры от нормативной – не более 4°C, т.е. в отапливаемых помещениях должна быть температура от плюс 20 (22)°C до плюс 24 (26)°C [10].

При проведении исследований внутренние температуры воздуха в помещениях были измерены с помощью гигрометров психрометрических ВИТ-2, которые установлены в каждой учебной аудитории (рисунок 2).



Рис. 2. Измерения, проводимые с помощью гигрометра психрометрического

Для дистанционного определения температуры отопительных приборов использовался пирометр (рисунок 3). Принцип действия пирометра основан на измерении мощности теплового излучения объекта измерения, преимущественно в диапазонах инфракрасного излучения и видимого света [11]. Температуры подаваемого и обратного теплоносителя определялись по тепловычислителю, установленному в подвале учебного корпуса (рисунок 4).

Исследование сопровождалось проведением ряда расчетов. Уравнение для определения тепловой нагрузки системы отопления здания, $Q_{отопл}$, кВт:

$$Q_{отопл} = q_0 \cdot \alpha \cdot V_n \cdot (t_{вн} - t_{нар}) \quad (1)$$

где q_0 – удельная отопительная характеристика здания, кВт/(м³·°C);

α – поправочный коэффициент, учитывающий климатический условия района;

V_n – наружный объем здания, м³;

$t_{вн}$ – средняя температура здания внутри помещения, °C;

$t_{нар}$ – расчетная температура наружного воздуха, °C.

Исходя из уравнения отопления здания (1) провели анализ влияния режима работы отопительных приборов на микроклимат помещения, т.е. температуру внутреннего воздуха. Расчетное уравнение для температуры внутреннего воздуха $t_{в}$, °C, имеет вид (2):

$$t_{вн} = t_{нар} + \frac{1}{q_0 \cdot V_n \cdot a} \cdot \left[Q_{ТВ} \frac{(\tau_1 - t_{нар} - \frac{Q_{ТВ}}{q_0 \cdot V_n \cdot a})}{\frac{1}{2 \cdot G \cdot c_B} + \frac{1}{k_{CO} \cdot F_{CO}} + \frac{1}{q_0 \cdot V_n \cdot a}} \right]$$

где $t_{нар}$ – температура наружного воздуха, °C;

τ_1 – температура прямой сетевой воды, °C;

G – массовый расход прямой сетевой воды, поступающей из тепловой сети (или теплового пункта) в систему отопления здания, кг/с;

k_{CO} – средний коэффициент теплопередачи системы отопления, кВт/(м²·°C);

F_{CO} – общая площадь теплоотдающих элементов системы отопления, м²;

α – поправочный коэффициент, учитывающий климатический условия района;

$Q_{ТВ}$ – мощность внутренних тепловыделений (люди, электроприборы, газовые плиты и т.д.), кВт;

c_B – удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·°C) [12].

Исходя из формул (1) и (2), разработан отопительный температурный график регулирования отпуска тепла (рисунок 5). Температурный график разрабатывается для каждого города, в зависимости от местных условий. В нем четко устанавливается, какая должна быть температура сетевой воды в тепловой сети при конкретной температуре наружного воздуха.

Рассмотрено влияние условий теплоснабжения на качество отопления. Зависимость расхода тепловой энергии от температуры наружного воздуха (относительно температурного графика) показана на рисунке 6. Из графика видно, что понижение температуры наружного воздуха во время отопительного сезона повышает расход тепловой энергии. В результате математической обработки получено уравнение, описывающее зависимость расхода тепловой энергии Q , Гкал/час, от температуры наружного воздуха:

$$Q = -0,35t + 8,1, \quad (3)$$

где t – температура наружного воздуха, °C.

При температуре наружного воздуха минус 25°С были измерены температуры внутри учебных аудиторий на теневой и солнечной сторонах на четырех этажах здания. По полученным данным определена зависимость температуры воздуха в помещениях от этажности здания (рисунок 7).



Рис. 3. Измерения, проводимые с помощью пирометра



Рис. 4. Измерения, проводимые с помощью тепловычислителя

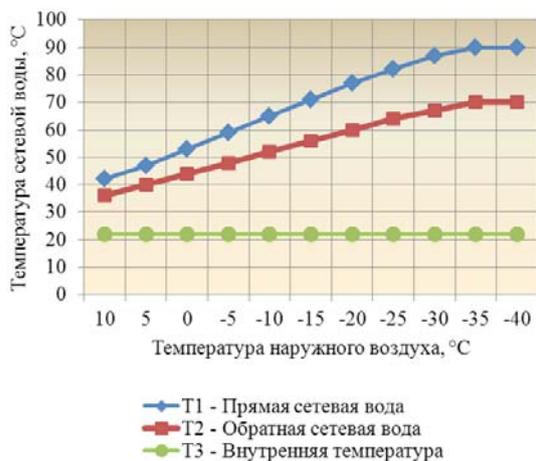


Рис. 5. Отопительный температурный график для системы отопления 90/70°C

По данным графика (рисунок 7) видно, что с повышением этажа здания температура внутри аудиторий понижается как на теневой, так и на солнечной сторонах. Это понижение носит довольно заметный характер, так, на солнечной стороне температура понижается до пяти градусов на четвертом этаже по сравнению с первым, а на теневой такое снижение составляет до четырех градусов.

Следовательно, для равномерного распределения тепла в помещениях с одинаковыми отопительными приборами на всех этажах необходимо проводить расчет с учетом изменения температуры по этажам для обеспечения требуемых параметров микроклимата.

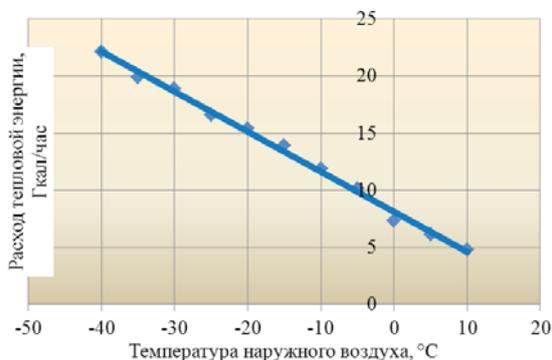


Рис. 6. Зависимость расхода тепловой энергии от температуры наружного воздуха

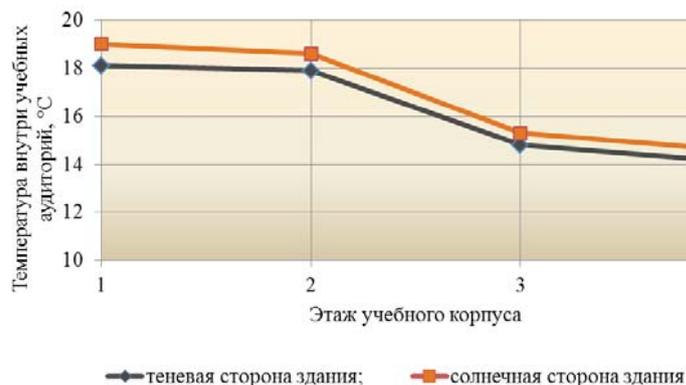


Рис. 7. Зависимость температуры воздуха в помещениях от этажности здания

Выводы. В результате проведенных исследований был построен температурный график рассматриваемой системы отопления.

Была определена зависимость расхода тепловой энергии от температуры наружного воздуха. В результате математической обработки было получено уравнение, описывающее эту зависимость.

Была определена зависимость температуры воздуха в помещении в зависимости от этажности здания, полученные данные показали, что разница между температурой на 1 и 4 этажах составила до 5°C. Следовательно, для равномерного нагрева помещений на всех этажах следует пересмотреть требования к количеству устанавливаемых отопительных приборов, с учетом изменения температуры на всех этажах, а также и других факторов, влияющих на микроклимат помещения в целом.

Данные результаты могут быть использованы для выбора оптимального режима работы отопительных приборов, обеспечивающего постоянное качество отопления при минимальных затратах тепловой энергии и расходах теплоносителя.

Список литературы

1. Микроклимат помещения // Отраслевая энциклопедия. – URL: <http://www.wikipro.ru/index.php> (дата обращения: 02.12.2014).
2. Микроклимат производственных помещений. Нормируемые параметры микроклимата // Охрана труда и БЖД. – URL: http://ohrana-bgd.narod.ru/proizv_67.html (дата обращения: 02.12.2014).
3. Алияров Б.К., Алиярова М.Б., Ерекеев О.К. Основные проблемы теплоснабжения в Республике Казахстан // Новости Тепло-снабжения. – 2003. – № 11.
4. Системы отопления. – URL: <http://www.buildinghouse.ru/> (дата обращения: 04.12.2014).
5. Отопление. Оборудование систем отопления // Компания «ХОТВЕЛЛ». – URL: <http://hotwell.by/menub/promotional/otoplenie-oborudovanie-sistem-otoplenija/> (дата обращения: 04.12.2014).
6. Щелоков Я.М. Выбор отопительных приборов // Новости теплоснабжения. – 2005. – №9.
7. Ковальников Н.Н., Ртищева А.С. Автоматизированная система оптимизации теплопотребления учебного заведения // Энергоэффективность: опыт, проблемы, решения. – 2005. – №1. – С. 61-68.
8. Беляев Л.С., Воропай Н.И., Кононов Ю.Д. и др. Методы исследования и управления системами энергетики. – Новосибирск: Наука, 1987.
9. Государственные нормативы в области архитектуры, градостроительства и строительства. Строительные нормы и правила РК. СНИП РК 4.02.42-2006 Отопление, вентиляция и кондиционирование. – Астана, 2007.
10. Классификация отопительных приборов // Ремонт и установка систем отопления. – URL: <http://www.abcotoplenie.ru/> (дата обращения: 31.03.2014).
11. Влияние на качество обогрева здания параметров отопления // Свой Мастер. Стиль и Дизайн. – URL: <http://svoymaster.com/santehnika/vliyanie-na-obogrev-parametrov-otopleniya.html> (дата обращения: 06.10.2014).

Физико-математические науки

ИНТЕГРАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ
СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ
И КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ЕЕ УРАВНЕНИЙ

Антонюк Ю.Ю., Гирлин С.К.

*Крымский федеральный университет
им. В.И. Вернадского, Ялта, e-mail: antonyuk.9471@mail.ru*

Постановка задачи: построить интегральную модель системы образования, учитывающую процессы обучения и самообучения работников и учеников (например, студентов) системы образования, а также непосредственное воздействие внешней среды на эту систему, и найти колебательные решения некоторых уравнений этой модели.

Актуальность поставленной задачи. Повышенные эффективности и качества получения среднего и высшего образования всегда были и остаются актуальными вопросами теории и практики педагогики. Практика успешного применения математической теории развивающихся систем при моделировании экономических, технических, биологических и др. систем подсказывает возможность применения полученных результатов и для моделирования задач управления качеством получаемого образования, в частности обучения и самообучения студентов.

Анализ исследований и публикаций. Впервые уравнения академика В.М. Глушкова, моделирующие динамику развивающейся системы (РС) [2,4,7-9], применялись для описания функционирования учебного заведения или любой системы образования в [8, с.234,235]. В предложенной там модели часть ранее созданных в единицу времени рабочих мест работников учебного заведения по новейшей технологии (в качестве показателя эффективности которой принимается ее производительность или удельная относительная скорость) воссоздает в единицу времени новые рабочие места работников учебного заведения, другие их части используются: 1) для создания самой вышеуказанной технологии, 2) для создания других новейших технологий, применяемых для осуществления выпуска в единицу времени закончивших полный образовательный курс (дипломированных специалистов), 3) для осуществления главной (внешней) функции учебного заведения – выпуска в единицу времени дипломированных специалистов. Эта модель с заданной начальной пред историей предусматривает сворачивание устаревших технологий, применяемых работниками учебного заведения, однако в ней никак не учитывается непосредственное воздействие на деятельность учебного заведения внешних (для рассматриваемого процесса) факторов и не рассматриваются важнейшие вопросы получения образования, связанные с качеством (или эффективностью) подготовки дипломированных специалистов и сворачиванием устаревших технологий, применяемых учениками учебного заведения при самостоятельном усвоении переданных им знаний. В [1] была предпринята попытка построить математическую теорию обучения в системе образования с учетом вышеизложенных вопросов качества подготовки дипломированных специалистов (для чего понятием рабочего места вводятся понятие нового рабочего места не только для работников, но и для учеников учебного заведения) и влияния внешней среды. Заметим, что в [4, с. 112-122] и [9, с. 262-266] были выявлены колебательные и волновые процессы динамики РС, колебательные режимы в случае нелинейного вида модельных функций, найдены солитонные решения уравнений модели РС.

Однако в исследуемых уравнениях не учитывалось непосредственное воздействие внешней среды на РС. Поэтому естественно возникают постановки более общих задач (в частности, поставленной выше).

Цель статьи состоит в решении поставленной выше задачи.

Изложение основного материала. Под рабочим местом (РМ) работника системы образования (СО) или студента будем понимать совокупность трудовых (учебных) функций, для выполнения которых на протяжении любого данного календарного периода необходима трудовая (учебная) деятельность одного работника СО или студента в течение полного (установленного законом) рабочего (учебного) времени за этот период, причем совокупность этих функций берется вместе с соответствующим обеспечением этих функций – материальным, энергетическим и информационным. Главным является понятие функции, выполняемой на РМ, а не его расположение в пространстве. Основной характеристикой РМ является показатель эффективности выполнения возложенных на него функций.

Рассмотрев группу работников СО, как развивающуюся систему (РС) [2,4,7-9], выделим две подсистемы: подсистему самосовершенствования А, в которой частью РМ работников СО создаются новые, более эффективные РМ работников СО (в результате самообучения), и подсистему В, в которой другой частью РМ работников СО выполняется внешняя функция системы – обучение студентов (при этом создаются РМ студентов). Каждой единице РМ работников СО (усредненной за единицу времени), появившейся в момент времени τ , поставим в соответствие в момент времени $t, t \geq \tau$, два показателя ее эффективности (квалификации или технологии): функции $\alpha(t, \tau)$ и $\beta(t, \tau)$, характеризующие умения и способности единицы РМ работников СО, появившейся в момент τ , в единицу времени, начиная с момента t , производить в результате самообучения и обучения соответственно новые РМ работников СО и новые РМ студентов. Новыми РМ работников СО или студентов называются здесь такие РМ, для которых их показатели эффективности $\alpha(t, \tau)$ и $\beta(t, \tau)$, $t \geq \tau$, не убывают с ростом τ и не возрастают с ростом t (например, возрастание по τ функции $\alpha(t, \tau)$ означает, что вследствие применения новых технологий самообучения РМ работников СО, появившихся позже момента τ , обладают более высоким показателем эффективности по сравнению с РМ, появившимися в момент τ , а убывание по t означает, что вследствие научно-технического прогресса РМ, появившиеся в момент τ , с течением времени t обладают все более низким показателем эффективности, т.е. технологически устаревают). Обозначим через $a(t)$ максимальный момент времени, ранее которого появившиеся в СО РМ работников СО не участвуют в производстве новых РМ в момент времени t , т.е. $a(t)$ – временная граница ликвидации устаревших РМ в подсистеме А, начиная с момента t . Аналогично рассмотрим группу студентов как РС, в которой подсистемы А и В совпадают, так как новые более эффективные РМ студентов, появившиеся в результате самообучения студентов, и являются внешней функцией системы. Каждой единице РМ студентов (усредненной за единицу времени), появившейся в момент времени τ , поставим в соответствие в момент времени $t, t \geq \tau$, показатель ее эффективности (квалификации или технологии) – функцию $\gamma(t, \tau)$, характеризующую умения и спо-

способности единицы РМ студентов, появившейся в момент τ , в единицу времени, начиная с момента t , производить в результате самообучения новые РМ студентов. Предлагаемые в работе уравнения, описывающие процесс самообучения студентов, являются более общими по сравнению с предложенными в [8], так как с добавлением в уравнения правых частей $f(t)$ появляется возможность учета непосредственного воздействия внешних для рассматриваемого процесса факторов (например, в результате поступления извне нового более производительного информационного обеспечения процесса обучения появляются новые более эффективные РМ работников СО и студентов соответственно); кроме того, благодаря введению распределительной функции $x(t)$ возможны постановки новых оптимизационных задач [2, с. 119-169]. Уравнения предлагаемой модели (их можно вывести аналогично [1]) имеют вид:

$$m(t) = \int_{a(t)}^t \alpha(t, \tau) y(\tau) m(\tau) d\tau + x(t) f(t)$$

$$c(t) = \int_{a(t)}^t \beta(t, \tau) (1 - y(\tau)) m(\tau) d\tau + (1 - x(t)) f(t),$$

$$n(t) = \int_0^t \gamma(t, \tau) n(\tau) d\tau + c(t)$$

$$0 \leq x, y \leq 1, 0 \leq a(t) \leq \tau \leq t, a(t_0) = 0,$$

$$t \in [t_0, T], 0 < t_0 < T < +\infty,$$

на начальном отрезке $[0, t_0]$ предполагается заданной начальная предыстория: функцию $m(\tau) = m_0(\tau)$ $\tau \in [0, t_0]$ считаем заданной (известную на предыстории функцию обозначаем той же буквой с индексом «0»).

1. Положив

$$\alpha(t, \tau) = \alpha, \beta(t, \tau) = \beta, \alpha, \beta - const > 0,$$

рассмотрим следующие уравнения модели:

$$m(t) = \alpha \int_{a(t)}^t y(\tau) m(\tau) d\tau + x(t) f(t),$$

$$c(t) = \beta \int_{a(t)}^t (1 - y(\tau)) m(\tau) d\tau + (1 - x(t)) f(t),$$

$$m(t) + c(t) = \varphi(t),$$

$$\alpha(t_0) = 0, 0 \leq a(t) \leq t, 0 \leq x, y \leq 1, t \geq t_0, \quad (1)$$

где $f(t)$ – скорость поступления извне внешнего ресурса в момент t в СО, $m(\tau)$ – скорость появления нового продукта первого рода (новых РМ работников СО) в момент времени τ , выполняющего внутренние функции системы в подсистеме А; $x(t)$ и $(1-x(t))$ – относительные доли $f(t)$, поступающие в подсистемы А и В соответственно; $y(\tau)$ – доля продуктов $m(\tau)$, идущих в момент τ на воссоздание $m(t)$; α – показатель эффективности создания продуктов, выполняющих внутренние функции системы: количество продуктов $m(t)$, создаваемых в единицу времени в расчете на единицу продуктов $m(\tau)$, $\alpha(t, \tau) = \alpha = const > 0$; $a(t)$ – временная граница ликвидации устаревших технологий создания продуктов первого и второго рода (другими словами, $[a(t), t]$ – временной промежуток, на котором создаются продукты первого и второго рода, используемые в момент

времени t , причем $a(t) \leq t$; $c(t)$ – скорость создания нового продукта второго рода (новых РМ студентов, появившихся в результате их обучения работниками СО) в момент времени t ; β – показатель эффективности создания продуктов, выполняющих внешние функции системы: количество продуктов $c(t)$, создаваемых в единицу времени в расчете на единицу продуктов типа $(1 - y(\tau)) m(\tau)$, $\beta(t, \tau) = \beta = const > 0$; $\varphi(t) = f(t)$ – скорость производства в момент t продуктов как первого, так и второго рода (эта скорость характеризует производственный потенциал системы).

Будем считать, что процесс прогнозирования начинается с момента $t = t_0$, причем для $\tau \in [a(t_0), t_0]$ известна так называемая начальная предыстория или начальный ресурс системы: на этом временном отрезке предыстории $m(\tau) = m_0(\tau)$ – заданная функция. Возможен случай отсутствия начальной предыстории, в этом случае РС называется возникающей [3].

Положим $y = y_0 = const > 0$. Из уравнений (1) получаем

$$m(t) + c(t) =$$

$$= (\alpha y_0 + \beta(1 - y_0)) \int_{a(t)}^t m(\tau) d\tau + f(t) = \varphi(t).$$

Обозначив $F(t) = \varphi(t) - f(t)$, получаем

$$\int_{a(t)}^t m(\tau) d\tau = \frac{\varphi(t) - f(t)}{\alpha y_0 + \beta(1 - y_0)} = \frac{F(t)}{\alpha y_0 + \beta(1 - y_0)},$$

$$m(t) = \frac{\alpha y_0 F(t)}{\alpha y_0 + \beta(1 - y_0)} + x(t) f(t),$$

$$c(t) = \frac{\beta(1 - y_0) F(t)}{\alpha y_0 + \beta(1 - y_0)} + (1 - x(t)) f(t),$$

Вынужденные колебания здесь определяются поведением функций $\varphi(t)$, $f(t)$ и $x(t)f(t)$: если эти функции, определенные на общем множестве, являются периодическими функциями с соизмеримыми периодами, то $m(t)$, $c(t)$ являются периодическими (периоды T_1 и T_2 функций соответственно $\varphi(t)$ и $f(t)$ соизмеримы, если $T_1 : T_2 = p : q$, где p и q – взаимно простые числа, в этом случае число $T = qT_1 = pT_2$ есть период функций $\varphi(t) \pm f(t)$ и $\varphi(t)f(t)$ [5, с.59, задача 120].

2. Определим собственные детерминированные колебания. Будем считать функции модели достаточное число раз дифференцируемыми по переменной t , заданными положительными константы α, β и функции m, P, x, f (в своих областях определений). Задать функцию $a(t)$ в виде:

$$a(t) = t - a_1, a_1 = const > 0, a_1 \text{ задана.} \quad (2)$$

Тогда из (1) получим дифференциально-разностные уравнения запаздывающего типа [6]:

$$m'(t) = \alpha [y(t)m(t) - y(t - a_1)m(t - a_1)] +$$

$$+ (x(t)f(t))',$$

$$c'(t) = \beta [(1 - y(t))m(t) -$$

$$- (1 - y(t - a_1))m(t - a_1)] + ((1 - x(t))f(t))',$$

$$m + c = \varphi,$$

откуда

$$\left(\frac{\beta}{\alpha} - 1\right) m' - \beta m(t) = -\beta m(t - a_1) +$$

$$+ \left[\left(\frac{\beta}{\alpha} - 1\right) x(t) + 1\right] f(t) - \varphi(t), \quad (3)$$

Если $\alpha = \beta$, то при помощи математической индукции нетрудно показать, что

$$m(t) = \frac{1}{\beta} \sum_{i=0}^k [\varphi(t - ia_1) - f(t - ia_1)]' + m_0(t - (k + 1)a_1)$$

$$t \in [t_0 + ka_1, t_0 + (k + 1)a_1], \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (4)$$

Если $\alpha \neq \beta$, то решая на каждом из отрезков $[t_0 + ka_1, t_0 + (k + 1)a_1], k = 0, 1, 2, \dots$, задачу Коши (например, методом Бернулли), получаем с помощью метода математической индукции

$$m(t) = m_{k+1}(t) = \frac{\alpha\beta}{\alpha - \beta} \int_{t_0 + ka_1}^t \exp\left[-\frac{\alpha\beta}{\alpha - \beta}(t - \tau)\right] \{m_k(\tau - a_1) + \frac{1}{\beta}[\varphi(\tau) - (1 + (\frac{\beta}{\alpha} - 1)x(\tau))f(\tau)]'\} d\tau + m_k(t_0 + ka_1) \exp\left[-\frac{\alpha\beta}{\alpha - \beta}(t - t_0 - ka_1)\right] \quad (5)$$

Пологая в (4) и (5)

$$(\varphi - f)' = 0 \text{ и } \left[\varphi - \left(1 + \left(\frac{\beta}{\alpha} - 1\right)x\right)f\right]' = 0 \text{ соответственно, получим}$$

$$m(t) = m_{k+1}(t) = m_0[t - (k + 1)a_1], \text{ если } \alpha = \beta, \text{ а при } \alpha \neq \beta$$

$$m(t) = m_{k+1}(t) = \frac{\alpha\beta}{\alpha - \beta} \int_{t_0 + ka_1}^t \exp\left[-\frac{\alpha\beta}{\alpha - \beta}(t - \tau)\right] m_k(\tau - a_1) d\tau + m_k(t_0 + ka_1) \exp\left[-\frac{\alpha\beta}{\alpha - \beta}(t - t_0 - ka_1)\right],$$

$$t \in [t_0 + ka_1, t_0 + (k + 1)a_1], \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

Следовательно, если m_0 будет колебательной функцией, то и $m(t)$ будет колебательной.

3. Рассмотрим аналогично [9, с. 262] случай, когда $\alpha(t, \tau) = \alpha(1 - \cos \omega(t - \tau)), \quad a(t) = t - a, \quad y(\tau) = y,$ где $\alpha, \omega, a, y - const > 0$, и уравнения модели имеют вид:

$$t = \alpha y^{t-a} (1 - \cos \omega(t - \tau)) m \tau d\tau + x t f t,$$

$$P(t) = \int_{t-a}^t m(\tau) d\tau, \quad a(t_0) = t_0 - a = 0, \quad t \in [a, 2a].$$

Предполагая функции модели достаточное число раз дифференцируемыми по переменной t , все константы и функции m_0, P, x, f заданными в своих областях определений, получаем

$$m'(t) = \alpha y \omega \int_{t-a}^t \sin(\omega(t - \tau)) m(\tau) d\tau - \alpha y (1 - \cos(\omega a)) m(t - a) + (x(t) f(t))'$$

$$m''(t) = \omega^2 \left[\alpha y \int_{t-a}^t \cos(\omega(t - \tau)) m(\tau) d\tau - \alpha y \int_{t-a}^t m(\tau) d\tau + \alpha y \int_{t-a}^t m(\tau) d\tau - x(t) f(t) + x(t) f(t) \right] - \alpha y (1 - \cos(\omega a)) m(t - a) - \alpha y \omega \sin(\omega a) m(t - a) + \omega^2 x(t) f(t) - (x(t) f(t))''$$

То, для $t \in [a, 2a]$ получили обыкновенное линейное неоднородное дифференциальное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами

$$m''(t) + \omega^2 m(t) = \alpha y \omega^2 P(t) - \alpha y (1 - \cos(\omega a)) m_0(t - a) - \alpha y \omega \sin(\omega a) m_0(t - a) + \omega^2 x(t) f(t) - (x(t) f(t))'' \quad (6)$$

с начальными условиями:

$$m(a) = \alpha y \int_0^a (1 - \cos(\omega(a - \tau)) m_0(\tau) d\tau + x(a) f(a)$$

$$m'(a) = \alpha y \omega \int_0^a \sin(\omega(a - \tau)) m(\tau) d\tau - \alpha y (1 - \cos(\omega a)) m_0(0) + (x(t) f(t))'|_{t=a} \quad (7)$$

Характеристическое уравнение соответствующего однородного уравнения $m''(t) + \omega^2 m(t) = 0$ имеет вид: $\lambda^2 + \omega^2 = 0$. Корнями последнего уравнения являются числа $\lambda_1 = i\omega, \lambda_2 = -i\omega$, где $i^2 = -1$. Следовательно, общее решение $\hat{m}(t)$ однородного уравнения записывается в виде $\hat{m}(t) = c_1 \cos(\omega t) + c_2 \sin(\omega t)$ c_1 и $c_2 - const, t \in [a, 2a]$

Это означает, что решение уравнения (6) есть довольно общая колебательная функция, зависящая от свободного члена уравнения (6) и начальных условий (7).

Очевидно, полученное на отрезке $[a, 2a]$ решение можно аналогично продолжить на отрезок $[2a, 3a], \dots [ka, (k + 1)a], k = 2, 3, \dots$

Выводы. Предложена интегральная модель системы образования, учитывающая процессы обучения и самообучения работников образования и студентов, а также непосредственное воздействие на систему образования внешней среды (например, другой системы образования). Получены периодические и колебательные решения дифференциально-разностных модельных уравнений запаздывающего типа. Полученные решения могут быть использованы при решении различных оптимизационных задач [1, с. 119-143]. Заметим, что если положить то получим результаты [4, с. 112-113] и [9, с. 262]. Для дальнейших исследований представляет интерес аналогичное [4, с. 114-122] и [9, с. 263-266] изучение и других случаев колебательных режимов.

Список литературы

1. Гирлин С.К. О построении математической теории обучения в системе образования // Проблемы современной педагогической оситы. Сер.: Педагогика і психологія. - 36. статей: Вип.8.Ч.2 - Ялта: РВВ КГУ, 2005. - С. 220-228.
2. Гирлин С.К. Лекции по интегральным уравнениям: учеб. пособие для студентов матем. специальностей. - 2-е изд. - Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2014. - 178 с.
3. Гирлин С.К. Моделирование возникающих развивающихся систем // Докл. АН УССР. Сер. А. - 1987. - № 10. - С. 65-67.
4. Глушков В.М., Иванов В.В., Яненко В.М. Моделирование развивающихся систем. - М.: Наука, 1983. - 352 с.
5. Справочное пособие по математическому анализу. Ч. 1. Введение в анализ, производная, интеграл // Ляшко И.И., Боярчук А.К., Гай Я.Г. и др. - Киев: Вища школа, 1978. - 696 с.
6. Хейл Дж. Теория функционально-дифференциальных уравнений. - М.: Мир, 1984. - 421 с.
7. Girlin S.K., Ivanov V.V. Mathematical Theory of Development. A Course of Lectures: учебное пособие для студентов математических специальностей. - Simferopol: PP "ARIAL", 2014. - 140 p.
8. Ivanov V.V. Model development and optimization.-Dordrecht / Boston / London: Kluwer Academic Publishers, 1999. - 249 p.
9. Ivanov V.V., Ivanova N.V. Mathematical Models of the Cell and Cell Associated Objects. - Amsterdam: Elsevier, 2006. - 333 p.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯДРА ${}^9\text{Be}$

Баяхметов О.С.

Евразийский национальный университет
им. Л.Н. Гумилева, Астана, e-mail: olzhik1992@mail.ru

Согласно проведенным исследованиям в настоящее время очень актуальным является изучение взаимодействия α -частиц и нуклонов с ядром ${}^9\text{Be}$ для разнообразных приложений, в частности для проблемы управляемого термоядерного синтеза и в атомной технике. В работе описано исследование мультикласстерной $(2\alpha+n)$ -модели ядра ${}^9\text{Be}$ с вычислением его статистических характеристик.

Трехчастичная $(2\alpha+n)$ -модель ядра ${}^9\text{Be}$

Для описания ядра ${}^9\text{Be}$ используется трехчастичная модель $2\alpha+n$ (см.рис.1) с тремя парными αn и $\alpha\alpha$ – взаимодействиями, включающими состояния, запрещенные принципом Паули.

Волновая функция ядра ${}^9\text{Be}$

Базисная волновая функция относительно координат Якоби (см.рис.1) [1]:

$$\Psi^{JM_J}(\vec{x}_1, \vec{y}_1) = \sum_{ij} C_{ij}^{\lambda\lambda} x_1^\lambda y_1^i \exp\{-\alpha_i x_1^2 - \beta_j y_1^2\} \times \sum_{\mu m} C_{\lambda\mu m}^{LM_L} Y_{\lambda\mu}(\hat{x}_1) Y_{lm}(\hat{y}_1) \sum_{M_L M_S} C_{LM_L M_S}^{JM_J} \mathcal{X}_{SM_S}, \quad (1)$$

где $C_{\lambda\mu m}^{LM_L}$, $C_{LM_L M_S}^{JM_J}$ – коэффициенты Клебша-Гордана;

$Y_{\lambda\mu}(\hat{x}_1) Y_{lm}(\hat{y}_1)$ – сферические функции относительных координат;

\mathcal{X}_{SM_S} – спиновая функция системы;

λ, l – относительные орбитальные моменты (в координатах Якоби);

$\sum_{ij} C_{ij}^{\lambda\lambda} x_1^\lambda y_1^i \exp\{-\alpha_i x_1^2 - \beta_j y_1^2\}$ – радиальная часть волновой функции (Гауссоида).

$$Y_{\lambda l}^{LM_L}(\vec{x}_1, \vec{y}_1) = \sum_{\mu m} C_{\lambda\mu m}^{LM_L} Y_{\lambda\mu}(\hat{x}_1) Y_{lm}(\hat{y}_1) \quad (2)$$

Формула (2) выражает угловую часть волновой функции (1).

Волновая функция допускает чисто алгебраическую пересвязку к другому набору координат Якоби. В частности, преобразование радиально-угловой части базисной волновой функции (1) от набора 1 к набору 2 (см.рис.1) имеет вид:

$$x_1^\lambda y_1^i Y_{\lambda l}^{LM_L}(\hat{x}_1, \hat{y}_1) \exp\{-\alpha^{(\lambda)} x_1^2 - \beta^{(l)} y_1^2\} = \sum_{L_1 L_2} \sum_{j_1 j_2} A_{\lambda l j_1 j_2}^{L_1 L_2 Q} x_2^{L_1+L_2} y_2^{\lambda+l-L_1-L_2} Y_{j_1 j_2}^{LM_L}(\hat{x}_2, \hat{y}_2) \times \exp\{-\alpha^{(\alpha)} x_2^2 - \beta^{(\beta)} y_2^2 - \gamma^{(\lambda l)}(\vec{x}_2, \vec{y}_2)\}, \quad (3)$$

где алгебраический коэффициент $A_{\lambda l j_1 j_2}^{L_1 L_2 Q}$ определяется по формуле:

$$A_{\lambda l j_1 j_2}^{L_1 L_2 Q} = (-1)^{\lambda+l} \cdot (Q_{11})^{L_1} \cdot (Q_{12})^{\lambda-L_1} \cdot (Q_{21})^{L_2} \cdot (Q_{22})^{l-L_2} \cdot \left[\frac{[\lambda][l][L_1][L_2][\lambda-L_1][l-L_2][j_1][j_2]}{[L_1][L_2][\lambda-L_1][l-L_2]} \right] \times \langle L_1 0 L_2 0 | j_1 0 \rangle \langle (\lambda-L_1) 0 (l-L_2) 0 | j_2 0 \rangle \begin{Bmatrix} L_1 & \lambda-L_1 & \lambda \\ L_2 & l-L_2 & l \\ j_1 & j_2 & L \end{Bmatrix}$$

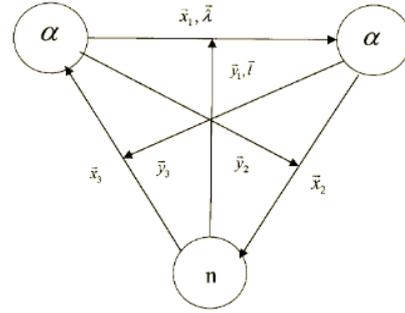


Рис.1. Выбор наборов внутренних координат Якоби.

Статистические характеристики

В данном параграфе мы покажем выводы статических характеристик основного состояния для ядра ${}^9\text{Be}$ в трехтельной модели, для чего сначала выразим все операторы, записанные в одночастичных координатах, через относительные координаты, – координаты Якоби.

Среднеквадратичный зарядовый радиус

Среднеквадратичный зарядовый радиус $\langle r_{ch}^2 \rangle$ определяется следующим выражением [2]:

$$\langle r_{ch}^2 \rangle = \frac{1}{Ze} \int r^2 \rho_{ch}(\vec{r}) d\vec{r}. \quad (4)$$

Здесь Ze - заряд ядра. Одночастичная зарядовая плотность $\rho_{ch}(\vec{r})$ имеет следующий вид:

$$\rho_{ch}(\vec{r}) = \left\langle \Psi_{JM_J}^{tot} \left| \sum_{k=1}^A \hat{e}_k \delta(\vec{r} - \vec{r}_k) \right| \Psi_{JM_J}^{tot} \right\rangle,$$

Для вычисления $\langle r_{ch}^2 \rangle$ в $2\alpha+n$ – модели нужно перейти от одночастичных координат \vec{r}_k к новым:

$$\vec{r}_k = \vec{R}_c(i) + \vec{r}_k(i), \quad (5)$$

где $i=1$ для $k=1-4$ и $i=2$ для $k=5-8$. $\vec{R}_c(i)$ – координаты центра масс частицы относительно всего ядра, $\vec{r}_k(i)$ – координаты k -го нуклона частицы относительно ее центра масс. Координаты центра масс частиц выражаются через координаты:

$$\vec{R}_c(1) = \frac{1}{2} \vec{x}_1 + \frac{1}{9} \vec{y}_1, \quad \vec{R}_c(2) = \frac{1}{2} \vec{x}_1 + \frac{1}{9} \vec{y}_1,$$

После несложных вычислений для $\langle r_{ch}^2 \rangle$ получим

$$\langle r_{ch}^2 \rangle = \frac{2Z_\alpha}{Ze} \left[\langle r_{ch}^2(\alpha) \rangle + \frac{1}{4} \langle x_1^2 \rangle + \frac{1}{81} \langle y_1^2 \rangle \right], \quad (6)$$

где матричные элементы для и могут быть легко найдены:

$$\langle x_1^2 \rangle = \sum_{ij\lambda l} C_{ij}^{(\lambda l)} C_{i'j'}^{(\lambda l')} I(x_1^4, a) I(y_1^2, \beta) \delta_{\lambda\lambda'} \delta_{ll'} \delta_{SS'},$$

$$\langle y_1^2 \rangle = \sum_{ij\lambda l} C_{ij}^{(\lambda l)} C_{i'j'}^{(\lambda l')} I(x_1^4, a) I(y_1^2, \beta) \delta_{\lambda\lambda'} \delta_{ll'} \delta_{SS'},$$

Здесь использованы следующие обозначения для радиальных интегралов:

$$I(x_1^n, a) = \int x_1^{\lambda+\lambda'+n} \exp\{-a_{ii'}^{(\lambda\lambda')} x_1^2\} dx_1,$$

$$I(y_1^n, \beta) = \int y_1^{l+l'+n} \exp\{-\beta_{jj'}^{(ll')} y_1^2\} dy_1,$$

$$a_{ii'}^{(\lambda\lambda')} = a_i^{(\lambda)} + a_{i'}^{(\lambda')}, \quad \beta_{jj'}^{(ll')} = \beta_j^{(l)} + \beta_{j'}^{(l')}.$$

Магнитный момент

Оператор магнитного момента $\hat{\mu}$ системы состоящей из трех частиц, имеет вид [2]:

$$\hat{\mu} = \sum_{i=1}^3 \left[\hat{\mu}(i) + \mu_0 m_N \frac{\hat{z}_i \hat{l}_i}{m_i} \right],$$

где μ_0 – ядерный магнетон Бора, $\hat{\mu}(i)$ – оператор внутреннего магнитного момента i -й частицы, \hat{l} – оператор орбитального момента i -й частицы массой m_i ; m_N – масса нуклона. Перейдем от моментов \hat{l}_i к моментам $\hat{\lambda}$ и \hat{l} :

$$\hat{\mu} = 2\mu_n \hat{S} + \frac{1}{2} (\hat{\lambda} + \hat{l}) \quad (7)$$

Перепишем выражение (7) для $\hat{\mu}$ в другом виде, для простоты опустим знак оператора $\hat{\cdot}$:

$$\bar{\mu} = 2\mu_n \bar{J} + \left(\frac{1}{2} - 2\mu_n \right) \bar{L} - \frac{4}{9} \bar{I}$$

Магнитным моментом ядра μ называется величина:

$$\mu = \langle \Psi_{JM_J}^{tot} | \mu_z | \Psi_{JM_J}^{tot} \rangle.$$

При расчете магнитного момента воспользуемся следующей формулой:

$$\langle \Psi_{JM_J}^{tot} | A_z | \Psi_{JM_J}^{tot} \rangle = \frac{M_J}{J(J+1)} \langle \Psi_{JM_J}^{tot} | \bar{A} \cdot \bar{J} | \Psi_{JM_J}^{tot} \rangle > \delta_{M_J M_J},$$

$$\text{а также } \bar{L} \cdot \bar{J} = \frac{1}{2} (\bar{J}^2 + \bar{L}^2 - \bar{S}^2).$$

Учтя это, мы получим $\mu = M_1 + M_2$, где

$$M_1 = \frac{1}{J+1} \sum_{ij\lambda l} C_{ij}^{(\lambda l)} C_{ij'}^{(\lambda' l')} I(x_1^2, \alpha) I(y_1^2, \beta) \delta_{\lambda\lambda'} \delta_{l l'} \delta_{L L'} \delta_{S S'} \times \\ \times \left[\left(\frac{1}{4} + \mu_n \right) J(J+1) + \left(\frac{1}{4} - \mu_n \right) \{ L(L+1) - S(S+1) \} \right]. \quad (8)$$

Член M_1 можно представить через веса P_k компонента \mathcal{Y}_k :

$$M_1 = \sum_{k=1}^m \left[\left(\frac{1}{4} + \mu_n \right) J + \left(\frac{1}{4} - \mu_n \right) \frac{L_k(L_k+1) - S_k(S_k+1)}{J+1} \right] \cdot P_k,$$

где m – число учитываемых конфигураций. А второй член выражении для магнитного момента равен:

$$M_2 = \sum_{ij\lambda l} C_{ij}^{(\lambda l)} C_{ij'}^{(\lambda' l')} I(x_1^2, \alpha) \times \\ \times I(y_1^2, \beta) \langle (\lambda' l') L' S' : J | [Y_{\hat{e}_1}(\hat{x}_1) \otimes Y_{\hat{e}_2}(\hat{y}_1)]^2 | (\lambda l) L S : J \rangle.$$

Квадрупольный момент

Квадрупольный момент ядра Q определяется следующим выражением [2]:

$$Q = \sqrt{\frac{16\pi}{5}} \cdot \frac{1}{2} \langle \Psi_{JM_J}^{tot} | \sum_{k=1}^A \hat{e}_k Y_{20}(\vec{r}_k) | \Psi_{JM_J}^{tot} \rangle, \quad (9)$$

где $Y_{20}(\vec{r}_k) = r_k^2 Y_{20}(\hat{r}_k)$ – пространственная сферическая гармоника. Снова переходя от одночастичных координат \vec{r}_k к новым, согласно соотношению $\vec{r}_k = \vec{R}_c(i) + \vec{r}_k(i)$ и используя следующую формулу (10):

$$Y_{lm}(\vec{r}_1 + \vec{r}_2) = \sum_{l_1 m_1, l_2 m_2} \langle l_1 m_1 l_2 m_2 | lm \rangle \delta_{l_1+l_2, l} \sqrt{\frac{4\pi [l]!}{[l_1]! [l_2]!}} Y_{l_1 m_1}(\vec{r}_1) Y_{l_2 m_2}(\vec{r}_2),$$

получаем:

$$Q = 32\sqrt{6} Z_\alpha \frac{\langle JJ20 | JJ \rangle}{\sqrt{[J]}} \sum_{ij\lambda l} C_{ij}^{(\lambda l)} C_{ij'}^{(\lambda' l')} \times \\ \times \sum_{\hat{e}_1 \hat{e}_2} \delta_{\hat{e}_1 + \hat{e}_2, 2} \left(\frac{1}{2} \right)^{\hat{e}_1} \left(\frac{1}{9} \right)^{\hat{e}_2} \frac{[1 + (-1)^{\hat{e}_1}]}{2\sqrt{[\hat{e}_2]!} [\hat{e}_2]!} I(x_1^{\hat{e}_1-2}, \alpha) I(y_1^{\hat{e}_2-2}, \beta) \times \\ \times \langle (\lambda' l') L' S' : J | [Y_{\hat{e}_1}(\hat{x}_1) \otimes Y_{\hat{e}_2}(\hat{y}_1)]^2 | (\lambda l) L S : J \rangle. \quad (11)$$

В формуле (11) для приведенного матричного элемента использованы стандартные обозначения.

Октупольный момент

Октупольный момент ядра Ω называется величина [2]:

$$\Omega = -\sqrt{\frac{4\pi}{7}} \frac{\langle JJ30 | JJ \rangle}{\sqrt{2J+1}} \langle \Psi_{JM_J}^{tot} | \hat{M}_{30} | \Psi_{JM_J}^{tot} \rangle, \quad (12)$$

где \hat{M}_{30} – оператор октупольного момента – состоит из двух частей:

$$\hat{M}_{30} = \hat{M}_{30}(\sigma) + \hat{M}_{30}(I).$$

Спиновая часть оператора октупольного момента

$$\hat{M}_{30}(\sigma) = \sqrt{21} \mu_0 \sum_{k=1}^A g_s(k) [Y_2(\vec{r}_k) \times \hat{S}_k]_{30}.$$

Здесь $Y_{20}(\vec{r}_k) = r_k^2 Y_{20}(\hat{r}_k)$ – пространственная сферическая гармоника, ядерный магнетон Бора. Спиновое гиромангнитное соотношение равно:

$$\frac{1}{2} g_s(k) = \begin{cases} \mu_p = 2.79 & \text{для протона,} \\ \mu_n = -1.91 & \text{для нейтрона.} \end{cases}$$

Орбитальная часть оператора октупольного момента:

$$\hat{M}_{30}(I) = \frac{\sqrt{21}}{2} \mu_0 \sum_{k=1}^A \hat{e}_k [Y_2(\vec{r}_k) \times \hat{l}_k]_{30}.$$

Матричный элемент от спиновой части равен:

$$\langle \Psi_{JM_J}^{tot} | \hat{M}_{30}(\sigma) | \Psi_{JM_J}^{tot} \rangle = \frac{128}{81} \sqrt{21} \mu_0 \mu_n \frac{\langle JJ30 | JJ \rangle}{\sqrt{[J]}} \sum_{ij\lambda l} C_{ij}^{(\lambda l)} C_{ij'}^{(\lambda' l')} \times \\ \times I(x_1^2, \alpha) I(y_1^4, \beta) \langle (\lambda' l') L' S' : J | [Y_2(\hat{r}_k) \times \hat{S}]_3 | (\lambda l) L S : J \rangle.$$

Орбитальную часть матричного элемента от оператора преобразуем к виду

$$\hat{M}_{30}(I) = \frac{25}{162} \sqrt{21} \mu_0 \frac{Z_\alpha m_N}{m_a} \left\{ [Y_2(\hat{y}_2) \times \hat{l}(\hat{y}_2)]_{30} + [Y_2(\hat{y}_3) \times \hat{l}(\hat{y}_3)]_{30} \right\}.$$

Волновая функция (1) допускает чисто алгебраическую пересвязку к другому набору координат Якоби, что мы и используем при расчете матричного элемента от орбитальной части оператора октупольного момента. При преобразовании функции от набора координат 1 к набору 2 (см.рис. 1), где двумерная гауссоида преобразуется:

$$\exp \{ -a_i^{(\lambda)} x_1^2 - \beta_j^{(l)} y_1^2 \} =$$

$$= \exp \{ -\mu_q^{(\lambda)} x_q^2 - \nu_q^{(\lambda)} y_q^2 - \rho_q^{(\lambda)} (\vec{x}_q \cdot \vec{y}_q) \}$$

Аналогичным образом преобразуется гауссоида

$$\exp \{ -a_i^{(\lambda)} x_1^2 - \beta_j^{(l)} y_1^2 \}.$$

Для того чтобы исключить перекрестный член $\rho^{yy'}(\bar{x}_q, \bar{y}_q)(\rho^{y''} = \rho'' + \rho''')$ в экспоненте, совершаем еще одно преобразование координат Якоби. В результате этого преобразования получаем:

$$\exp\{-\mu_q^{yy'} x_q^2 - \nu_q^{yy'} y_q^2 - \rho_q^{yy'}(\bar{x}_q, \bar{y}_q)\} = \exp\{-\mu_q^{yy'} x'^2 - \omega_q^{yy'} y'^2\},$$

Учитывая формулы для матричного элемента от орбитальной части оператора, получаем:

$$\langle \Psi_{JJ}^{tot} | \hat{M}_{30}(l) | \Psi_{JJ}^{tot} \rangle = \frac{25}{81} \sqrt{21} \mu_0 \frac{Z_a m_N}{m_a} \frac{\langle JJ30 | JJ \rangle}{\sqrt{[J]}} \sum_{\substack{ij\lambda \\ i'j'\lambda'}} C_{ij}^{(\lambda)} C_{i'j'}^{(\lambda')} \times$$

$$\times \sum_{L_1=0}^{\lambda} \sum_{L_2=0}^l \sum_{j_1, j_2} \sum_{L_3=0}^{\lambda'} \sum_{j_3, j_4} \sum_{L_4=0}^{l'} \frac{[1 + (-1)^{\lambda+\lambda'+n}]}{2} A_{j_1 j_2}^{L_1 L_2 L_3} A_{j_3 j_4}^{L_3 L_4 L_4} \times$$

$$\times J(\mu x') J(\omega y') \langle j_3 j_4 | L' S' : J \parallel [Y_2(\hat{y}) \times \hat{l}(\hat{y})]_3 \parallel (j_1 j_2) | L S : J \rangle,$$

где радиальные интегралы $J(\mu x')$ и $J(\omega y')$ равны:

$$J(\mu x') = \int_0^{\infty} x'^{m+2} \exp(-\mu_2^{yy'} x'^2) dx',$$

$$J(\omega y') = \int_0^{\infty} y'^{m-n+2} \exp(-\omega_2^{yy'} y'^2) dy',$$

$$n = L_1 + L_2 + L_3 + L_4, \quad m = \lambda + \lambda' + l + l'.$$

Список литературы

1. Кукулин В.И. и др. Изучение структуры и свойств ядер с $A=9(^9Be-^9B)$ в рамках мультикластерной динамической модели $2\alpha + N$ // Ядерная физика. – 1994. – Т.57, №11. – С. 1964-1980.
 2. Бор О., Моттelson Б. Структура атомного ядра. – М.: Мир, 1971. – Т.1. – С. 321-335.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ИЗОКЛИН ПРИ РЕШЕНИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА

Веретеников А.С., Потапов Д.Н.

Самарская государственная сельскохозяйственная академия, Усть-Кинельский, e-mail: Plot.02@mail.ru

Дифференциальное уравнение первого порядка $\dot{y} = f(x, y)$ имеет общее решение $y = y(x, C)$, которое определяет собой семейство интегральных кривых на плоскости xOy .

Если переменные x и y правой части дифференциального уравнения рассматривать как координаты точки $M(x, y)$ плоскости xOy , то производная y' выражает угловой коэффициент касательной к интегральной кривой в точке $M(x, y)$. Таким образом, дифференциальное уравнение $\dot{y} = f(x, y)$ определяет в каждой точке плоскости xOy , принадлежащей области существования функции $f(x, y)$, направление интегральной кривой, проходящей через эту точку, или определяет поле направлений на плоскости xOy .

Изображая направление в каждой точке области существования функции $f(x, y)$ маленькой стрелкой, выходящей из этой точки, можно построить поле направлений дифференциального уравнения, которое дает приближенное представление о расположении интегральных кривых этого уравнения.

Изоклинами дифференциального уравнения $\dot{y} = f(x, y)$ называются геометрические места точек плоскости xOy , в которых интегральные кривые уравнения имеют одно и то же направление. Уравнение $f(x, y) = k$ является уравнением изоклины, соответствующей за-

данному направлению $y' = k$, где k – параметр. Придавая k близкие числовые значения, получается достаточно густая сеть изоклин – семейство изоклин, с помощью которых можно приближенно построить интегральные кривые дифференциального уравнения. Нулевая изоклина $f(x, y) = 0$ дает уравнение линий, на которых могут находиться точки максимума и минимума интегральных кривых. Точки пересечения двух или нескольких изоклин могут быть особыми точками дифференциального уравнения, т.е. такими точками, в которых правая часть уравнения $\dot{y} = f(x, y)$ не определена.

Метод изоклин состоит в следующем:

1. Строится достаточно густая сетка изоклин для различных значений k и на каждой изоклине изображаются небольшие отрезки с наклоном k .

2. Начиная из точки (x_0, y_0) , поводится линия, которая, будет пересекать каждую изоклину под углом, заданным полем направлений. Полученная таким образом кривая и будет приближенным изображением (эскизом) интегральной кривой уравнения, проходящей через точку (x_0, y_0) .

Пусть дано уравнение $y' = y - x^2$ и требуется построить поле направлений и интегральные кривые, определяемые этим уравнением.

Сначала строятся графики изоклин. Уравнение семейства изоклин данного уравнения $y - x^2 = k$ или $y = x^2 + k$. Изоклина представляют собой семейство квадратичных парабол с осями, совпадающими с осью Ox . Меняя параметр k , получается семейство графиков изоклин, на них строится поле направлений.

При $k=0$ получается изоклина $y = x^2$, во всех точках которой направление поля параллельно оси Ox (Рис. 1).

При $k=1$ получается изоклина $y = x^2 + 1$, во всех точках которой направление поля образует с осью Ox угол $\alpha = \frac{\pi}{4}$.

При $k=-1$ получается изоклина $y = x^2 - 1$, во всех точках которой направление поля образует с осью Ox угол $\alpha = -\frac{\pi}{4}$.

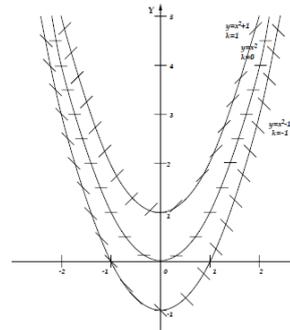


Рис. 1. Поле направлений уравнения $y' = y - x^2$.

Задается определенная точка (x_0, y_0) и поводится линия, которая, будет пересекать каждую изоклину под углом, заданным полем направлений. На рис. 2 показаны интегральные кривые, касающиеся поля направлений.

Метод изоклин как метод приближенного решения задачи Коши устарел. В его в основе лежит алгоритм изображения фрагмента поля направления, а современные компьютеры могут мгновенно и как угодно подробно нарисовать поле направлений, и достаточно точно изобразить интегральную кривую.

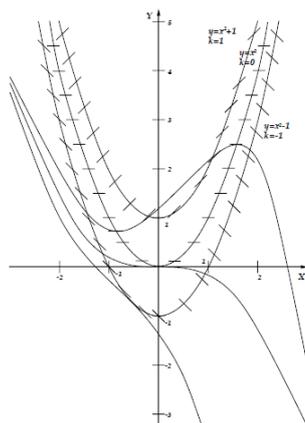


Рис. 2. Интегральные кривые уравнения $y' = y - x^2$.

Однако, метод изоклин эффективно работает как инструмент исследования поведения решений. Он позволяет изобразить области характерного поведения интегральных кривых и как средство эскизного представления интегральных кривых сохраняет свое значение и в нынешнюю эпоху бурного развития вычислительных машин и вычислительных методов.

Список литературы

1. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисление: учебник в 2-х томах. Том 2. – М.: Наука – Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 560 с.
2. Пушкарёв Е.А. Дифференциальные уравнения в задачах и примерах: учебно-методическое пособие. – М.: МГИУ, 2007. – 158 с.

ГАУССОВО РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН КАК S-ОБРАЗНОЕ РАНГОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

Евсеев Д.А., Шарипова К.В., Гурина Р.В.

Ульяновский государственный университет,
Ульяновск, e-mail: Sharipulya_43@mail.ru

Статистические закономерности являются фундаментальными законами природы. В работе [1] показана:

но: идеальный график рангового распределения (РР) набора чисел случайных величин $W(r)$ из Гауссового распределения представляет собой S-образную кривую, симметричную относительно биссектрисы прямого угла, образующего координатные оси W и r (рис.1). На рис.1,а представлено идеальное Гауссово частотное распределение $f_i = f(W)$ и, соответствующее ему, РР этих же величин $W(r)$ (рис.1, б).

График Гауссового распределения $f(W)$ (рис 1, а) для наглядности повернут на 90 градусов в плоскости рисунка по отношению к графику рис. 1, б [1]. Приведённые графики являются результатом компьютерного моделирования случайных чисел (выборка 10000) с заданным Гауссовым распределением. Среднее значение случайной величины $W = 200$ (математическое ожидание) соответствует точке перегиба на S-образной кривой.

В методологии естественных наук известен способ определения принадлежности эмпирически полученного графика к той или иной математической зависимости. Этот метод идентификации заключается в построении полученной выборки эмпирических физических величин в «координатах спрямления» и приведения исследуемой функции к линейному виду в этих координатах. Этот метод широко используется физиками-экспериментаторами.

Представляет несомненную методологическую значимость нахождение координат спрямления для S-образной кривой РР случайных величин и применение этих координат с целью идентификации S-образного РР с вероятностным распределением случайных величин (Гауссовым распределением), что и составило цель исследования. Цель определила ряд конкретных задач и этапы исследования.

Этапы исследования.

1. Теоретическая часть:
 - определение координат спрямления для S-образной кривой РР;
 - нахождение и описание способа моделирования случайных чисел с заданным распределением вероятности;
2. Практическая часть:
 - Проверка полученных теоретических результатов при помощи компьютерного модельного эксперимента.

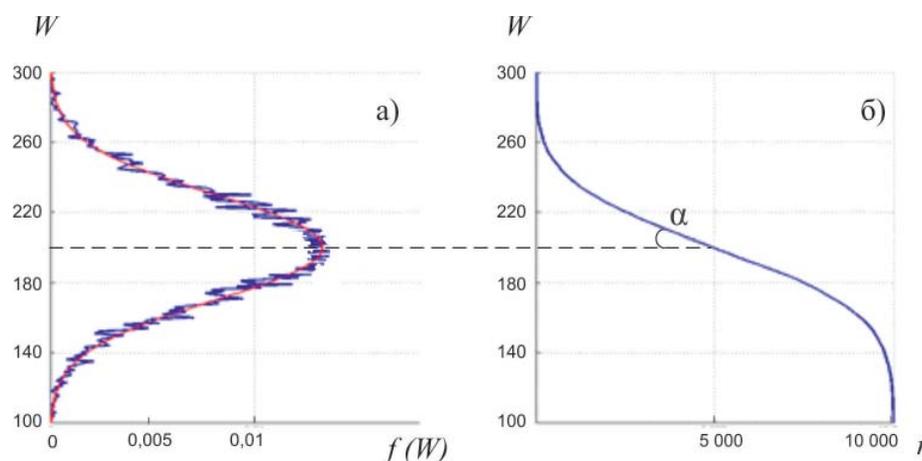


Рис. 1. а) Гауссово частотное распределение $f_i = f(W)$ 10000 случайных величин со стандартным отклонением $\sigma = 30$, математическим ожиданием 200; б) соответствующее ему, РР этих же величин $W(r)$ [1, с. 48].

Отметим, что *S-образный вид эмпирического РР $W(r)$ свидетельствует о принадлежности совокупности параметров W к Гауссовому распределению*, при этом с уменьшением дисперсии Гауссового распределения крутизна *S-образной* характеристики РР увеличивается, угол α между касательной к *S-кривой* в точке перегиба и горизонтальной осью уменьшается [1].

В работах [2,3] показано, что математическая формула *S-образной кривой* имеет вид:

$$\xi(r) = \sqrt{2}\sigma \operatorname{erf}\operatorname{inv}\left(1 - \frac{2}{N_0}r\right) + \mu \quad (1)$$

где $\operatorname{erf} \frac{\xi - \mu}{\sqrt{2}\sigma}$ – функция ошибок, или функция Лапласа [4, с.575], а $\operatorname{erf}\operatorname{inv}(x)$ – функция, обратная функции ошибок.

1) *Нахождение координат спрямления для S-образной кривой РР.*

Чтобы найти координаты спрямления, нужно подставить (1) в функцию ошибок, при этом в координатах $\operatorname{erf} \xi(r)$ получается убывающая прямая:

$$\operatorname{erf} \left\{ \frac{\xi(r) - \mu}{\sqrt{2}\sigma} \right\} = a - (2/N_0)r = a - kr, \quad (2)$$

где r – ранговый номер случайной величины ξ в порядке её убывания; a, k – постоянные, при этом $k = 2/N_0$ отражает значение тангенса угла наклона прямой к оси рангов.

Проверка данного утверждения, осуществлённая при помощи компьютерного модельного эксперимента, описана ниже в п.3.

2) *Моделирование случайных чисел с заданным распределением вероятности.*

Ранее найден простой способ моделирования случайных чисел с заданным распределением вероятности. Известно, что:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x \rho(t) dt,$$

где $\rho(t)$ – плотность вероятности. Свойством $F(x)$ является монотонность неубывающей функции, ограниченной в пределах от нуля до единицы, что очень кстати, так как любой язык программирования имеет генератор псевдослучайных чисел в интервале от нуля до единицы. Воспользуемся методом обратных функций.

Теорема. Пусть ξ случайная величина, равномерно распределённая на интервале $(0,1)$, $F(x)$ – монотонная возрастающая функция на (a,b) , имеющая производную и пределы:

$$\lim_{x \rightarrow a} F(x) \rightarrow 0 \quad \text{и} \quad \lim_{x \rightarrow b} F(x) \rightarrow 1$$

Тогда существует обратная функция $F^{-1}(x)$, $\xi \in (0,1)$ и случайная величина $\xi = F^{-1}(x)$ распределена на интервале (a,b) с плотностью

$$\rho(x) = \frac{dF(x)}{dx} \quad [5].$$

Рассмотрим распределение Гаусса.

$$\rho(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma^2} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

Пусть $F(x) \equiv \xi$, причём ξ – случайная величина, равномерно распределённая от нуля до единицы, тогда:

$$\begin{aligned} \xi\psi &= \int_{-\infty}^x \int_{-\infty}^y \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} dx dy = \left[\begin{array}{l} x = r \cos \varphi \\ y = r \sin \varphi \end{array} \right] = \\ &= \int_0^r \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}} r dr \int_0^{2\pi\psi} d\varphi = \psi \int_0^r e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}} d\left(\frac{r^2}{2\sigma^2}\right) = \\ &= \psi \int_0^r e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}} d\left(\frac{r^2}{2\sigma^2}\right) = \psi \left(1 - e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}}\right) \quad (4) \end{aligned}$$

где ξ, η – равномерно распределённые случайные величины в пределах от нуля до единицы.

Примем $\psi = 1$ и выразим r :

$$\begin{aligned} \xi &= 1 - e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}} \\ e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}} &= 1 - \xi \\ r &= \sqrt{-2\sigma^2 \ln(1 - \xi)} \\ \varphi &= 2\pi\psi \end{aligned} \quad (5)$$

В результате мы получаем две независимые случайные величины, распределённые по закону Гаусса из двух независимых равномерно распределённых случайных величин ξ, ψ :

$$\begin{aligned} X &= \sigma \sqrt{-2 \ln(1 - \xi)} \cos(2\pi\psi) \\ Y &= \sigma \sqrt{-2 \ln(1 - \xi)} \sin(2\pi\psi) \end{aligned} \quad (6)$$

Полученные формулы были запрограммированы в среде MatLab и были получены следующие эмпирические результаты.

3) Проверка полученных теоретических результатов при помощи компьютерного модельного эксперимента.

Были построены гистограммы Гауссовых распределений при различных значениях дисперсии (10,20,30,40,50) и, соответствующие им, *S-образные кривые* пузырьковым методом (ранжирование случайной величины по убыванию). Таким образом была проверена формула (2) (рис. 2, а, б)

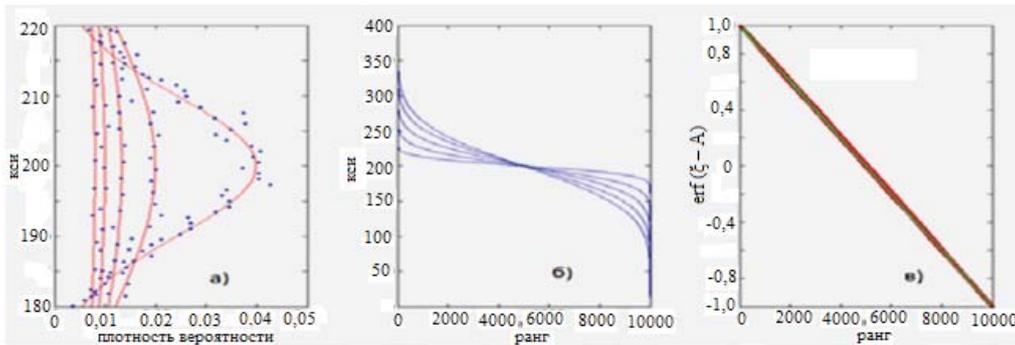
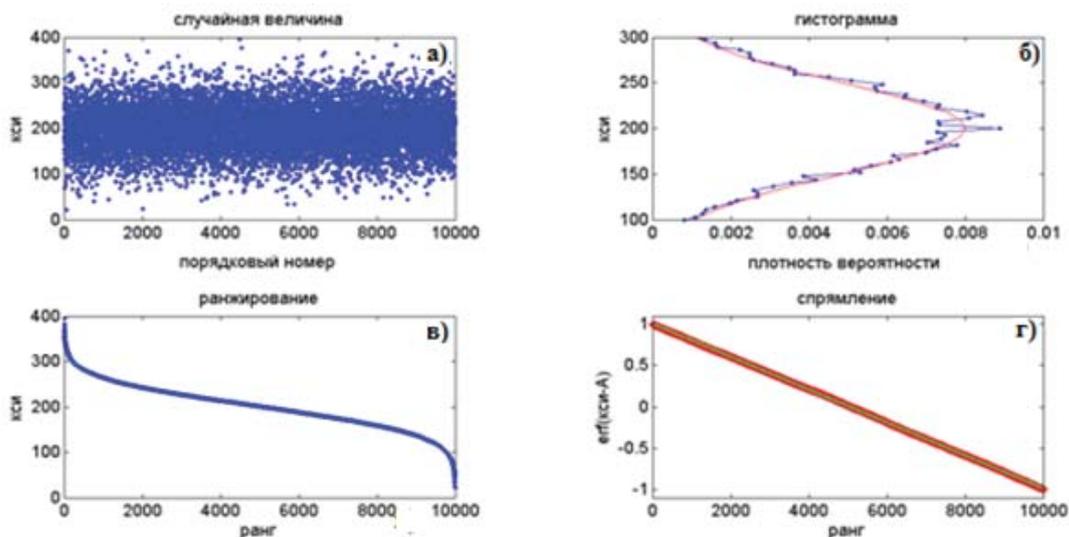
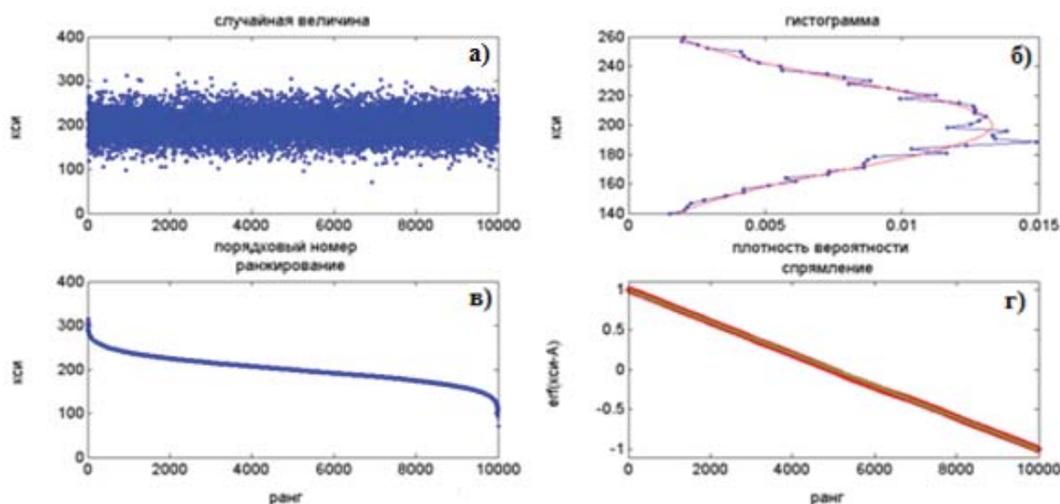


Рис. 2. К вопросу идентификации распределений случайных величин функции Гаусса (а); с *S-образными РР* (б, в)



Дисперсия 50



Дисперсия 30

Рис. 3. К вопросу спрямления функции Гаусса с разными дисперсиями: а) Поле случайных величин; б) Распределение Гаусса; в) Соответствующие им S-образные кривые РР; г) S-образные кривые РР в координатах спрямления

а) Гистограммы распределений случайных величин с дисперсиями 10,20,30,40,50. б) Соответствующие им S-образные кривые РР. в) Спрявление S-образных кривых РР в координатах $\text{erf}(\xi - A) = f(\tau)$ (координатах спрямления).

Подобный алгоритм можно использовать для моделирования случайных величин, распределенных по необходимому закону. Ниже представлены рисунки (рис.3, а, б, в, г), иллюстрирующие описанный выше модельный эксперимент для двух дисперсий – 50 и 30.

Спрявление S-характеристики наглядно выглядит близким к идеальному случаю, когда все точки ложатся на кривую или попадают в доверительный интервал. В рассмотренных случаях моделирование доверительного интервала не предусмотрено, а большинство точек оказывается выше или ниже прямой, что обуславливает малое значение коэффициента регрессии.

Результаты исследования имеют теоретическую и практическую значимость, которая заключается в том, что **ранговый анализ открывает новые возможности в методологии научных исследований, использующих построения нормальных распре-**

лений: по внешнему виду кривой РР в грубом приближении можно идентифицировать принадлежность выборки значений исследуемой величины к Гауссовому распределению.

Таким образом:

- Найдены координаты спрямления для S-образного РР случайных величин.
- Результаты модельного компьютерного эксперимента подтвердили спрявление S-образного РР в координатах $\text{erf}(\xi - A)$, где ξ – функция ошибок, τ – ранговый номер исследуемой случайной величины.
- Спрявление S-образного РР случайных величин в найденных координатах спрямления доказывает принадлежность исследуемой выборки случайных величин к вероятностному распределению Гаусса.
- Простота вышеизложенного метода – построение выборки случайных величин Гауссового распределения как S-образного рангового распределения и представление его в виде линейного графика в координатах спрямления позволяют сделать вывод о несомненной практической значимости проведённого исследования.

Результаты модельного компьютерного эксперимента подтверждены ранее проведенным натурным экспериментом по исследованию распределения числа импульсов от счетчика Гейгера-Мюллера [6].

Список литературы

1. Гурина Р.В., Евсеев Д. А. О соотношении Гауссового и рангового распределений // Теоретические и прикладные вопросы науки и образования: сб. науч. тр по материалам Междунар. науч.- практ. конф 31 августа 2013 г. Часть 1. – Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2013. – С. 47-49. – URL: http://www.ucom.ru/doc/conf/2013_08_31_1.pdf
2. Гурина Р.В., Безбатько Д.Н. Формула для рангового S-распределения случайных величин // Наука и образование в жизни современного общества: сб научных трудов по материалам Междунар. науч.- практ. конф 29 ноября 2013 г.: в 18 частях. Часть 12. – Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2013. – С. 39-41.
3. Евсеев Д.А., Безбатько Д.Н. Исследование соотношения рангового и гауссового распределений // Актуальные вопросы современного образования: материалы IX научно-практической заочной конференции, Москва-Ульяновск, 5 апреля 2014 г. – М.: Ульяновск: ООО «Колор-Принт», 2014. – С. 61-67.
4. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике (для научных работников и инженеров) / под общей ред. И.Г. Арамановича. – М.: Изд-во «Наука», 1974.
5. Соболев И.М. Численные методы Монте-Карло. – М.: «Наука», 1973.
6. Шарипова К.В., Евсеев Д.А. Ранговое распределение случайных величин в координатах спрямления // Eurasian Union of Scientists. – 2014. – С. 142-146. – URL: <http://euroasia-science.ru/zhurnal/18-zhurnal-4/fiziko-matematicheskie-nauki>

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ НАСЫЩЕНИЯ КРОВИ КИСЛОРОДОМ НА СИГНАЛ ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Козырева О.Д., Пушкарева А.Е.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, e-mail: kozyreva.o@list.ru

В последнее время в медицине важную роль отводят не лечению заболеваний, а их профилактике и диагностике. Развитие медицинских технологий ведет к тому, чтобы люди могли следить за своим здоровьем самостоятельно в домашних условиях. Большое развитие получает внедрение диагностических приборов. Одними из таких приборов являются оксиметры, измеряющие оксигенацию крови, т.е. степень ее насыщения кислородом. Снижение нормального уровня оксигенации может свидетельствовать о проблемах в работе легких или о заболевании сердечно-сосудистой системы.

Оксиметры могут работать в двух режимах: режим пропускания и режим отражения излучения. В случае отражения измеряется сигнал обратного рассеяния крови. Зависимость данного сигнала от степени оксигенации крови для различных длин волн излучения играет в измерениях ключевую роль. В связи с этим представляется актуальным исследование данного процесса.

Компьютерное моделирование в настоящее время используется для решения широкого спектра задач. Моделирование физических процессов позволяет исследовать различные аспекты поведения моделируемой системы, которые могут быть недоступны для экспериментального наблюдения. Зачастую в медицинской практике возникает проблема оптимизации параметров определенного лазерного излучателя для проведения той или иной процедуры. В связи с этим представляет интерес моделирование конкретных процессов. Используя моделирование можно оценить результат, полученный при воздействии уже выбранного излучателя на биологическую среду. При помощи такой модели на основе результата воздействия при определенных параметрах, можно, последова-

тельно изменяя исходные параметры, произвести оптимизацию спектральных и энергетических параметров лазерных излучателей для достижения необходимого в каждом конкретном случае эффекта [1]. Кроме того, моделирование позволяет проводить множественные серии численных экспериментов для исследования процессов и оценки результатов воздействия на биологические среды оптического излучения. В данной работе для исследования влияния степени насыщения крови кислородом на интенсивность сигнала обратного рассеяния излучения используется численное моделирование методом Монте-Карло. Исследование проводится с целью выявления оптимальных диапазонов длин волн для неконтактного измерения степени оксигенации крови при помощи регистрации рассеянного излучения.

Цель данной работы заключается в исследовании зависимости сигнала обратного рассеяния излучения от степени оксигенации крови при помощи численного моделирования методом Монте-Карло.

Моделирование проводилось при помощи математического пакета MathCad. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- Разработка математической модели распространения оптического излучения в рассеивающей биологической среде (цельной крови) с использованием метода Монте-Карло;
- На основе разработанной модели построение зависимости относительной интенсивности сигнала обратного рассеяния излучения кровью от степени оксигенации в широком диапазоне длин волн.

В качестве исходных данных, были заданы: спектры поглощения гемоглобина и оксигемоглобина; зависимость показателя преломления, фактора анизотропии, коэффициента рассеяния и коэффициента поглощения цельной крови от длины волны. Расчет производился при помощи численного метода Монте-Карло. В такой модели фотон характеризуется координатами и весом, размер, шаг и направление движения фотона из исходной точки определяются на каждом шаге и задаются при помощи случайных чисел. На каждом шаге фотон теряет часть веса вследствие поглощения, так же учтено ослабление веса фотона за счет отражения Френеля и эффект полного внутреннего отражения на границе пересечения двух сред (воздух и кровь). Интенсивность сигнала обратного рассеяния складывается из суммарного веса фотонов, вышедших из среды через верхнюю границу и доли веса фотонов, падающих на среду, полученной за счет отражения от поверхности.

В результате были получены спектральные зависимости (в диапазоне 590-860 нм) относительного сигнала обратного рассеяния для различных значений степени насыщения крови кислородом. Для оценки адекватности модели, график спектральных зависимостей сравнивался с экспериментальным графиком [2], который был получен с использованием двойной интегральной сферы.

Проведенные численные исследования показали, что в области длин волн 650-750 нм насыщение крови кислородом оказывает наибольшее влияние на сигнал обратного рассеяния, что дает возможность проводить достаточно точные измерения степени оксигенации крови при помощи измерения интенсивности диффузно рассеянного излучения.

Список литературы

1. Пушкарева А.Е. Методы математического моделирования в оптике биоткани: учебное пособие. – СПб: СПб НИУ ИТМО, 2008.
2. Lademann J., Weigmann H.J., Sterry W., Roggan A., Müller G.J., Priezzhev A.V., Firsov N.N. Investigation of the Aggregation and Disaggregation Properties of Erythrocytes by Light Scattering Measurements // Laser Physics. – 1999. – V. 9. – P. 357-362.

**ПРИМЕНЕНИЕ
ДИСКРЕТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЛАПЛАСА
К РЕШЕНИЮ РАЗНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ**

Макушева М.Н., Апайчева Л.А.

*Нижекамский химико-технологический институт,
Нижекамск, e-mail: hot_lolipop@mail.ru*

Операционное исчисление играет важную роль при решении прикладных задач, особенно в современной автоматике. Обобщением обычного преобразования Лапласа на дискретные функции является дискретное преобразование Лапласа (Z – преобразование), которое является основным математическим аппаратом при анализе линейных импульсных систем.

Известно, что динамические процессы в дискретных системах управления описываются уравнениями в конечных разностях.

Решение линейных разностных уравнений с постоянными коэффициентами удобно проводить методом Z – преобразования, аналогично схеме применения преобразования Лапласа к решению задачи Коши для линейного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами. В результате применения этого метода к линейному разностному уравнению (или системе уравнений) с постоянными коэффициентами получаем уравнение (или систему уравнений) относительно изображения искомой ступенчатой функции, содержащее все начальные условия.

Пусть имеем комплекснозначную функцию $f(t)$ действительного аргумента t , определенную для $t \geq 0$. Рассмотрим последовательность $\{f(n)\}$ ($n=0,1,2,\dots$), которая обозначается $f(n)$ и называется решетчатой функцией. Для отрицательных значений аргумента решетчатая функция равна нулю.

Решетчатая функция – это результат временного квантования непрерывного сигнала, которая представляет значения непрерывного сигнала в дискретные моменты времени.

Дискретным преобразованием Лапласа (Z -преобразованием) решетчатой функции $f(n)$ называется функция $F^*(p)$ комплексного аргумента $p=S+i\sigma$, определяемая равенством:

$$F^*(p) = \sum_{n=0}^{\infty} e^{-np} f(n), \quad (1)$$

Предполагается, что ряд справа в (1) сходится. Функция $f(n)$ называется дискретным оригиналом, а $F^*(p)$ – ее изображением и обозначается символом: $F^*(p) \div f(n)$ или $f(n) \div F^*(p)$.

Рассмотрим линейное неоднородное разностное уравнение:

$$f(n+1) + 2f(n) = n, f(0) = 0, \quad (2)$$

Решение задачи (2) будем искать операционным методом, основанном на дискретном преобразовании Лапласа. Применим Z -преобразование к обеим частям уравнения (2).

Пусть $f(n) \div F^*(p)$. Применяя теорему опережения, имеем: $f(n+1) \div e^p F^*(p)$.

С учетом соотношения:

$$n \div \frac{e^p}{(e^p - 1)^2}$$

приходим к операторному уравнению:

$$F^*(p)(e^p + 2) = \frac{e^p}{(e^p - 1)^2}.$$

Отсюда находим изображение решения:

$$F^*(p) = \frac{e^p}{(e^p - 1)^2 (e^p + 2)}. \quad (3)$$

В случае, когда $F^*(p)$ есть правильная рациональная дробь относительно e^p , решетчатую функцию $f(n)$ будем искать в виде:

$$f(n) = \sum_k \text{res}_{p_k} (F^*(p) e^{(n-1)p}), \quad (4)$$

где сумма вычетов берется по всем полюсам функции $F^*(p)$, расположенным в полосе $-\pi < \text{Im}p \leq \pi$ и на ее границе $\text{Im}p = \pi$.

Функция $F^*(p)$ имеет один простой полюс: $p_1 = \ln 2 + \pi i$ и один полюс $p_2 = 0$ порядка 2 основной полосы $-\pi < \text{Im}p \leq \pi$.

Находим вычеты функции $F^*(p) e^{(n-1)p}$ относительно полюсов p_1 и p_2 .

Так как $p_1 = \ln 2 + \pi i$ – простой полюс, то (5):

$$\begin{aligned} \text{res}_{p=\ln 2 + \pi i} (F^*(p) e^{(n-1)p} &= \\ &= \lim_{p \rightarrow \ln 2 + \pi i} \left(\frac{e^p (e^p + 2) * e^{p(n-1)}}{(e^p - 1)^2 (e^p + 2)} \right) = \\ &= \lim_{p \rightarrow \ln 2 + \pi i} \frac{e^{pn}}{(e^p - 1)^2} = \frac{e^{n(\ln 2 + \pi i)}}{(e^{\ln 2 + \pi i} - 1)^2} = \frac{2^n * (-1)^n}{9}. \end{aligned}$$

Поскольку $p_2 = 0$ – полюс порядка 2, то последовательно находим:

$$\begin{aligned} \text{res}_{p=0} (F^*(p) e^{p(n-1)}) &= \\ &= \frac{1}{(2-1)!} \lim_{p \rightarrow 0} \left(\frac{e^p * (e^p - 1)^2}{(e^p - 1)^2 * (e^p + 2)} * e^{p(n-1)} \right)' = \\ &= \lim_{p \rightarrow 0} \left(\frac{e^{pn}}{e^p + 2} \right)' = \\ &= \lim_{p \rightarrow 0} \frac{ne^{pn}(e^p + 2) - e^{pn} * e^p}{(e^2 + 2)^2} = \frac{3n - 1}{9}. \quad (6) \end{aligned}$$

Таким образом, согласно формулам (4)-(6) искомая решетчатая функция принимает вид:

$$f(n) = \frac{(3n - 1) + (-2)^n}{9}.$$

Далее рассмотрим следующую систему линейных разностных уравнений:

$$\begin{cases} x(n+1) - x(n) + y(n) = 3^n \\ y(n+1) + 2x(n) = -3^n \end{cases}, \quad (7)$$

с начальными условиями:

$$x(0) = 3, y(0) = 0, \quad (8)$$

Применим Z -преобразование к системе (7)-(8). Пусть

$$x(n) \div X(p), y(n) \div Y(p), 3^n \div \frac{e^p}{e^p - 3}. \quad (8)$$

Согласно теореме опережения и условий (8) имеем:

$$x(n+1) \div e^p (X^*(p) - 3), y(n+1) \div e^p Y^*(p).$$

Систему (7) - (8) запишем в операторном виде:

$$\begin{cases} (e^p - 1)X^*(p) + Y^*(p) = \frac{e^p}{e^p - 3} + 3e^p \\ 2X^*(p) + e^p Y^*(p) = -\frac{e^p}{e^p - 3} \end{cases}, \quad (9)$$

Будем решать систему (9) по правилу Крамера:

$$\Delta = \begin{vmatrix} e^p - 1 & 1 \\ 2 & e^p \end{vmatrix} = e^{2p} - e^p - 2$$

$$\Delta_x = \begin{vmatrix} \frac{3e^{2p} - 8e^p}{e^p - 3} & 1 \\ -\frac{e^p}{e^p - 3} & e^p \end{vmatrix} = \frac{3e^{3p} - 8e^{2p} + e^p}{e^p - 3};$$

$$\Delta_y = \begin{vmatrix} e^p - 1 & \frac{3e^{2p} - 8e^p}{e^p - 3} \\ 2 & -\frac{e^p}{e^p - 3} \end{vmatrix} = \frac{17e^p - 7e^{2p}}{e^p - 3}.$$

Отсюда находим решение системы (9)

$$X^*(p) = \frac{3e^{3p} - 8e^{2p} + e^p}{(e^p - 3)(e^p - 2)(e^p + 1)}, \quad (10)$$

$$Y^*(p) = \frac{17e^p - 7e^{2p}}{(e^p - 3)(e^p - 2)(e^p + 1)}. \quad (11)$$

Теперь по изображениям $X^*(p)$ и $Y^*(p)$ будем восстанавливать решетчатые функции $x(n)$ и $y(n)$. Разлажем дробь (10) на простейшие дроби. Имеем:

$$X^*(p) = \frac{e^p}{(e^p + 1)} + \frac{e^p}{(e^p - 2)} + \frac{e^p}{(e^p - 3)}. \quad (12)$$

С учетом соотношений:

$$\frac{e^p}{(e^p + 1)} \div (-1)^n, \frac{e^p}{(e^p - 2)} \div 2^n, \frac{e^p}{(e^p - 3)} \div 3^n,$$

находим:

$$x(n) = (-1)^n + 2^n + 3^n.$$

Решетчатую функцию $y(n)$ будем искать с помощью формулы (9). Находим вычеты функции $Y^*(p)e^{(n-1)p}$ относительно полюсов p_1, p_2, p_3 функции $Y^*(p)$. Так как полюсы $p_1 = \ln 3, p_2 = \ln 2, p_3 = \pi i$ – простые, поэтому вычеты относительно этих полюсов принимают соответственно вид:

$$\begin{aligned} \operatorname{res}_{p=\ln 3} Y^*(p)e^{(n-1)p} &= \\ &= \lim_{p \rightarrow \ln 3} \frac{(17e^p - 7e^{2p})e^{np}}{(e^p - 2)(e^p + 1)} = -3^n, \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \operatorname{res}_{p=\ln 2} Y^*(p)e^{(n-1)p} &= \\ &= \lim_{p \rightarrow \ln 2} \frac{(17e^p - 7e^{2p})e^{np}}{(e^p - 3)(e^p + 1)} = -2^n, \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \operatorname{res}_{p=\pi i} Y^*(p)e^{(n-1)p} &= \\ &= \lim_{p \rightarrow \pi i} \frac{(17e^p - 7e^{2p})e^{np}}{(e^p - 3)(e^p - 2)} = 2 * (-1)^n. \end{aligned} \quad (15)$$

Объединяя формулы (9)-(11), получаем решетчатую функцию

$$y(n) = 2(-1)^n - 2^n - 3^n.$$

Список литературы

1. Краснов М.Л., Киселев А.Н., Макаренко Г.И. Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости. – М.: Наука, 1971. – 256 с.
2. Лазарева Т.Я., Мартемьянов Ю.Ф. Основы теории автоматического управления – Тамбов: ТГТУ, 2004. – 352 с.
3. Сборник задач по математике для вузов. Специальные разделы математического анализа. – М.: Наука, 1981. – 368 с.

НАХОЖДЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО МАКСИМУМА ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ «ПОИСК РЕШЕНИЯ»

Овчинникова О.И., Куликова О.В.

Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург, e-mail: Olenka96@bk.ru

Линейное программирование рассматривается не только как наука о методах исследования и отыскания экстремальных (наибольших и наименьших) значений линейной функции, на неизвестные которой наложены линейные ограничения [4], но и как специальный класс оптимизационных задач, в котором все отношения между переменными выражаются линейными функциями, а переменные принимают действительные значения [1]. Основателями линейного программирования считаются Л.В. Канторович (1912–1986) и Д. Данциг (1914–2005). Впервые задача линейного программирования (ЗЛП) в России была сформулирована в 1939 г. Л.В. Канторовичем, который применил математическую модель этой задачи в экономике и разработал метод решения. В 1975 г. Л.В. Канторович получил Нобелевскую премию за достижения в этой области [2]. В 1947 г. американский ученый Д. Данциг разработал алгоритм решения ЗЛП [1]. Математическая модель ЗЛП [4] имеет вид

$$L(X) = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max(\min), \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq (\geq, =) b_i, x_j \geq 0, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}. \quad (2)$$

Содержание ЗЛП формулируется следующим образом: необходимо найти набор действительных чисел (вектор) $X_{\text{опт}} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, доставляющий экстремум (максимум или минимум) линейной целевой функции (1) и удовлетворяющий системе ограничений (2). ЗЛП может иметь одно или множество оптимальных решений $X_{\text{опт}}$, которые называются альтернативным оптимумом [4]. Выявление альтернативного оптимума в решении ЗЛП представляется важным условием понимания существенных взаимосвязей, обеспечивающих достижение целевой функцией оптимального значения. При изучении ЗЛП с двумя переменными обязательно рассматривается графический способ ее решения. Критерием альтернативного оптимума в этом случае выступает совпадение оптимальной линии уровня целевой функции $L_{\text{опт}}$ с одной из сторон многоугольника области допустимых решений (ОДР), а оптимальное решение $X_{\text{опт}}$ находится по формуле

$$\begin{aligned} X_{\text{опт}} &= (1-t)X_{\text{опт}1} + tX_{\text{опт}2} = \\ &= (1-t) \begin{pmatrix} x_{\text{опт}11} \\ x_{\text{опт}12} \end{pmatrix} + t \begin{pmatrix} x_{\text{опт}21} \\ x_{\text{опт}22} \end{pmatrix}, \end{aligned} \quad (3)$$

где $X_{\text{опт}1}$ и $X_{\text{опт}2}$ – оптимальные решения в угловых точках области допустимых решений (ОДР); $0 \leq t \leq 1$; $(x_{\text{опт}11}; x_{\text{опт}12})$ и $(x_{\text{опт}21}; x_{\text{опт}22})$ – координаты угловых точек ОДР [4].

Развитие программного обеспечения современных компьютеров расширяет способы решения задач оптимизации в учебном процессе. Программа «Поиск решения» электронных таблиц Excel позволяет в автоматическом режиме находить только одно оптимальное решение $X_{\text{опт}}$ и значение целевой функции $L(X_{\text{опт}})$ [3]. Если ЗЛП имеет единственное решение, то данная программа определяет его однозначно. Если ЗЛП имеет альтернативный оптимум, то пользовате-

лю становится известно одно частное решение. В отчете о результатах вычислений данная программа сигнализирует о множестве оптимальных решений, отмечая в статусе одной из функциональных зависимостей системы ограничений связанность с целевой функцией (если ЗЛП с двумя переменными имеет единственное решение, то связанность с целевой функцией фиксируется у двух функциональных зависимостей системы ограничений). Составление множества $X_{\text{опт}}$ становится возможным, если моделируются ситуации, при которых обеспечивается достижение условий для использования формулы (3).

Проведем анализ математической модели ЗЛП с двумя переменными и альтернативным оптимумом, которая имеет следующий вид

$$L(x_1; x_2) = c_1x_1 + c_2x_2 \rightarrow \max, \quad (4)$$

$$\begin{cases} kc_1x_1 + kc_2x_2 \leq b_1, \\ a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 \leq b_i, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, i = 1, m - 1. \end{cases} \quad (5)$$

Коэффициенты переменных в одном из неравенств системы ограничений пропорциональны коэффициентам целевой функции, что и определяет характерное расположение линии уровня целевой функции $L_{\text{опт}}$ и одной из сторон M_1M_2 многоугольника ОДР (рис. 1).

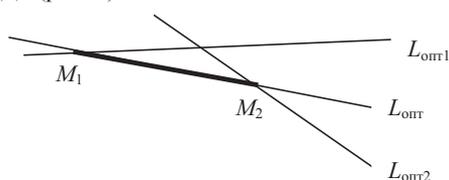


Рис. 1.

Угловым коэффициентом k прямой $L_{\text{опт}}$ равен отношению коэффициентов целевой функции ($k = c_2/c_1$). Если увеличить c_1 на положительную величину δ , а c_2 оставить без изменения, то линия уровня $L_{\text{опт}}$ совершит поворот по ходу часовой стрелки и примет положение, которое на рис. 1 отмечено как $L_{\text{опт}2}$. При таком изменении целевой функции (4) ЗЛП будет иметь одно оптимальное решение, которому будут соответствовать значения координат точки M_2 (рис. 1). Если увеличить c_2 на положительную величину δ , а c_1 оставить без изменения, то линия уровня $L_{\text{опт}}$ совершит поворот против хода часовой стрелки и примет положение, которое на рис. 1 отмечено как $L_{\text{опт}1}$. При этом изменении целевой функции (4) ЗЛП будет иметь также одно оптимальное решение, которому будут соответствовать значения координат точки M_1 (рис. 1). Нахождение координат точек M_1 и M_2 , которые являются угловыми в ОДР, позволяет составить множество $X_{\text{опт}}$ при использовании формулы (3). Установление $X_{\text{опт}}$ ЗЛП, заданной математической моделью (4)–(5), с помощью программы «Поиск решения» требует определения $X_{\text{опт}1}$ и $X_{\text{опт}2}$, которые относятся к ЗЛП1 и ЗЛП2. Система ограничений ЗЛП1 и ЗЛП2 описывается системой неравенств (5). Математические модели целевых функций $L_1(X)$ и $L_2(X)$ этих задач соответственно будут иметь вид

$$L_1(x_1; x_2) = c_1x_1 + (c_2 + \delta)x_2 \rightarrow \max, \quad (6)$$

$$L_2(x_1; x_2) = (c_1 + \delta)x_1 + c_2x_2 \rightarrow \max. \quad (7)$$

Иллюстрация изложенной выше идеи о применении программы «Поиск решения» для нахождения альтернативного максимума осуществляется на примере решения ЗЛП, которая представлена математической моделью

$$L(x_1; x_2) = 5x_1 + 10x_2 \rightarrow \max, \quad (8)$$

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 4, \\ x_1 + x_2 \leq 3, \\ 2x_1 + x_2 \leq 8, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases} \quad (9)$$

Функциональные зависимости (8) и (9) вводятся в ячейки электронного процессора Excel, а в соответствующих разделах диалогового окна программы «Поиск решения» фиксируются их адреса. Автоматический поиск $X_{\text{опт}}$ и $L(X_{\text{опт}})$ завершается сообщением результата: $x_1 = 0,8; x_2 = 1,6; L(0,8; 1,6) = 20$. Для определения $X_{\text{опт}1}$ и $X_{\text{опт}2}$ следует составить ЗЛП1 и ЗЛП2 с единой ОДР, которая описывается системой неравенств (9). Величине δ можно, например, присвоить значение, равное 0,5. Математические модели целевых функций $L_1(x_1; x_2)$ и $L_2(x_1; x_2)$ соответственно для ЗЛП1 и ЗЛП2 составляются по формулам (6), (7) и принимают с учетом выбранной δ следующий вид

$$L_1(x_1; x_2) = 5x_1 + (10 + 0,5)x_2 \rightarrow \max, \quad (10)$$

$$L_2(x_1; x_2) = (5 + 0,5)x_1 + 10x_2 \rightarrow \max. \quad (11)$$

Результат работы программы «Поиск решения» для ЗЛП1 и ЗЛП2: $X_{\text{опт}1} = (0; 2); L_1(0; 2) = 21; X_{\text{опт}2} = (2; 1); L_2(2; 1) = 21$. Нахождение $X_{\text{опт}1}$ и $X_{\text{опт}2}$ позволяет записать множество всех оптимальных решений ЗЛП (8)–(9) по формуле (3) в матричном виде

$$X_{\text{опт}} = (1 - t) \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \end{pmatrix} + t \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2t \\ 2 - t \end{pmatrix}.$$

Проверка полученного результата (12) может проводиться через его сравнение с результатом, к которому приведет применение другого способа решения ЗЛП. Использование графического способа решения [4] ЗЛП (8)–(9) отражено на рис. 2.

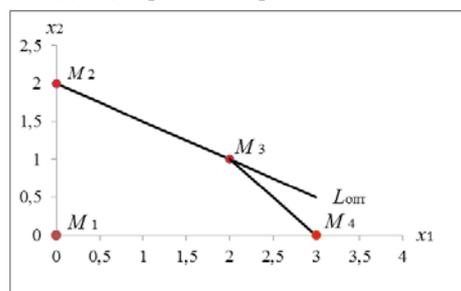


Рис. 2.

Четырехугольник $M_1M_2M_3M_4$ – это ОДР системы ограничений (9) (рис. 2), сторона M_2M_3 совпадает с оптимальной линией уровня целевой функции $L_{\text{опт}}(X_{\text{опт}}) = 20$. Координаты вершин $M_2(0; 2)$ и $M_3(2; 1)$ определяют оптимальные решения $X_{\text{опт}1}$ и $X_{\text{опт}2}$, а их подстановка в формулу (3) подтверждает ранее полученный результат $X_{\text{опт}}$ (12). Нахождение множества оптимальных решений ЗЛП с двумя переменными при использовании программы «Поиск решения» требует соблюдения условий (составление и решение ЗЛП1 и ЗЛП2), рассмотренных в данной работе.

Список литературы

1. Алексеева Е.В. Построение математических моделей целочисленного линейного программирования. Примеры и задачи: учеб. пособие. – Новосибирск, 2012. – 131 с.
2. Вершик А.М. Леонид Витальевич Канторович: человек и ученый: в 2 т. Т.1. – Новосибирск: Изд-во СО РАН. Филиал «Гео», 2002.
3. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL: учеб. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2008. – 464 с.
4. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Основы математики и ее приложения в экономическом образовании: учеб. пособие. – М.: Издательство: Дело, 2008. – 688 с.

РАСЧЕТ НАМАГНИЧЕННОСТИ РАЗБАВЛЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛУПРОВОДНИКА

Рыгалова Д.А., Головкина М.В.

Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики, Самара,
e-mail: soold333666@yandex.ru

В последнее время в науке стало очень актуально изучать различного рода искусственно созданные тонкопленочные структуры, одномерные фотонные кристаллы на основе природных и специально сконструированных материалов. Такие структуры позволяют создавать всё новые и новые устройства фотоники, а также детали оптических компьютеров. Тонкослойные наноструктуры, составляющими которой являются металлы [3], диэлектрики, полупроводники [2], сверхпроводники [1], искусственные метаматериалы [7], обладают совершенно уникальными магнитоэлектрическими, механическими, теплофизическими и электродинамическими свойствами. Для того, чтобы управлять параметрами слоистых структур, в их состав необходимо включать материалы, свойства которых меняются под действием электрического и магнитного поля. Одними из таких материалов являются так называемые разбавленные магнитные полупроводники. А точнее – это соединения, получаемые при допировании немагнитных полупроводников небольшим количеством атомов переходных металлов (Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni и Cu) [6].

Такие соединения ещё называют полупроводниковыми твёрдыми растворами, в которых основная диамагнитная кристаллическая решётка содержит некоторое количество парамагнитных примесных атомов. Концентрация примесных атомов не слишком велика, так что дипольное взаимодействие между их магнитными моментами мало. При этом расстояние между примесными атомами значительно больше постоянной решётки a , и они, в некотором приближении, подобны атомам идеального газа, с магнитной восприимчивостью χ , подчиняющимся закону Кюри. В роли магнитных примесных атомов могут выступать атомы переходных элементов, лантаноидов и актиноидов, имеющих нескомпенсированный электронный спин на f – или d – оболочках. Обменные эффекты при взаимодействии электронов проводимости или дырок с магнитными примесными атомами приводят к возможности магнитных фазовых превращений [4]. Подобными магнитными полупроводниками могут быть редкоземельные манганиты, керамика SiCN, активированная ионами переходных металлов, а также разбавленные полупроводники флюорита и рутила [6].

Манганиты и керамика проявляют большое разнообразие теплофизических свойств, но, к сожалению, имеют слишком высокую температуру перехода в ферроэлектрическое состояние с диапазоном температур порядка 600 – 900 К. А это нежелательное условие для вышеупомянутых структур, поэтому наибольший интерес представляют разбавленные полупроводники флюорита и рутила, имеющие температуру перехода порядка 300К. Эти разбавленные полупроводники в свою очередь, являются ферромагнетиками только в размере наночастиц при комнатной температуре. Структуры этих материалов представляют собой: соединение двуокиси церия CeO_2 с никелем Ni или кобальтом Co (структура флюорита) и соединение окиси олова SnO_2 с железом Fe, хромом Cr или кобальтом Co (структура рутила). Окись олова SnO_2 – весьма привлекательный материал для широкого спектра практических приложений и является химически стабильным прозрачным оксидным полупрово-

дником с широкой запрещенной зоной ~ 3.6 эВ. Было показано, что допирование кобальтом Co и железом Fe индуцирует ферромагнетизм в окиси олова SnO_2 , что позволяет рассматривать окись олова SnO_2 как ферромагнитный полупроводник при комнатной температуре [8].

Рассмотрим магнитный полупроводник на основе окиси олова SnO_2 , допированный ионами Fe, имеющий формулу $\text{Sn}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_2$. Отжиг нанопорошка этого материала, в диапазоне температур $T_A \sim 350 - 600^\circ\text{C}$, приводит к резкому увеличению намагниченности насыщения [8]. В этом диапазоне температур происходит диффузия ионов Fe из ядра наночастицы к поверхности, и концентрация ионов Fe в поверхностной области увеличивается. Магнитный полупроводник на основе окиси олова SnO_2 обладает сильными магнитными свойствами и является привлекательным материалом для создания устройств оптоэлектроники. Для расчета параметров таких устройств необходимо знать зависимость для намагниченности J от величины внешнего магнитного поля. Разбавленные магнитные полупроводники имеют очень сложный состав, и теория, описывающая их электродинамическое свойства в полном объеме, еще не создана. Для практического применения используем предложенную нами феноменологическую модель намагниченности и проведем аппроксимацию зависимости намагниченности J от магнитной индукции B с помощью формулы:

$$J = A \cdot \ln(\alpha \cdot B - \beta), \quad (1)$$

где A , α и β – феноменологические константы. Приведем результаты аппроксимации намагниченности для разбавленного магнитного полупроводника $\text{Sn}_{0.993}\text{Fe}_{0.007}\text{O}_2$ (см. рис.1). Экспериментальные данные для $\text{Sn}_{0.993}\text{Fe}_{0.007}\text{O}_2$ приведены в работе [8]. Поиск феноменологических констант проводился по методу наименьших квадратов. В результате расчетов были найдены следующие значения: $A = 0.83 \cdot 10^3 \text{ A/m}$, $\alpha = 1.02 \text{ Tл}^{-1}$, $\beta = 0.97$.

Из рисунка 1 видно, что предложенная феноменологическая зависимость (1) хорошо описывает экспериментальные данные, показанные на рисунке точками. Зная зависимость J от величины магнитного поля, можно рассчитать магнитную восприимчивость χ , которая связывает напряженность магнитного поля H и усредненную намагниченность [5],

$$J = \chi \cdot H, \quad (2)$$

а также магнитную проницаемость

$$\mu = \chi + 1. \quad (3)$$

Результаты расчетов магнитной проницаемости магнитного полупроводника $\text{Sn}_{0.993}\text{Fe}_{0.007}\text{O}_2$ на основе предложенной феноменологической зависимости (1) показали хорошее соответствие с экспериментальными данными, приведенными в работе [8].

Выводы

В работе была предложена феноменологическая модель описания магнитных характеристик магнитного полупроводника. Для магнитного полупроводника на основе окиси олова, допированной железом, были найдены феноменологические константы, описывающие зависимость намагниченности разбавленного магнитного полупроводника от величины внешнего магнитного поля. Предложенную феноменологическую модель можно использовать для расчетов электродинамических параметров используемых в нанотехнологиях устройств на основе слоистых структур с разбавленными магнитными полупроводниками.

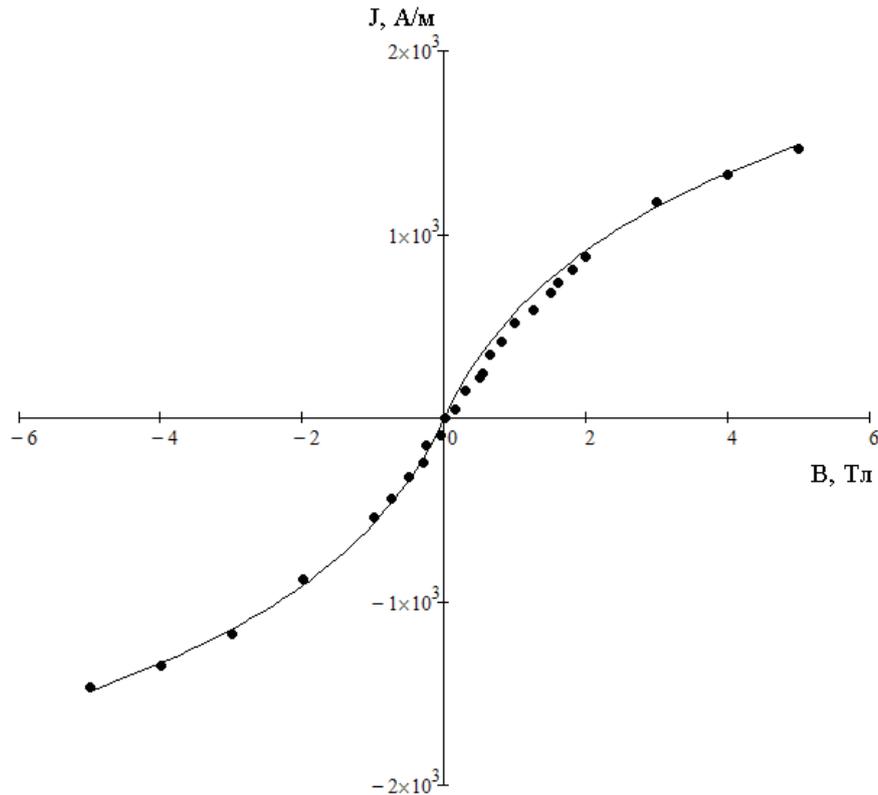


Рис. 1. Зависимость намагниченности разбавленного магнитного полупроводника $\text{Sn}_{0.993}\text{Fe}_{0.007}\text{O}_2$ от магнитного поля. Точки – экспериментальные значения при $T=300\text{ K}$ (по данным [8]). Сплошная линия – результат аппроксимации по формуле (1)

Список литературы

1. Головкина М.В. Магнитные свойства композита со сверхпроводящими включениями // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Физико-математические науки. – 2010. – Т. 3, № 104. – С. 105-109.
2. Головкина М.В. Отражение электромагнитной волны от системы сверхпроводник – полупроводник // Современные наукоемкие технологии. – 2009. – № 8. – С. 8-10.
3. Головкина М.В., Обухович Т.Е. Усиление электромагнитной волны в композитных структурах с включениями сложной формы // Альманах современной науки и образования. – 2014. – № 5-6 (84).
4. Королёва Л. И. Магнитные полупроводники. – М.: Физический факультет МГУ, 2003. – 312 с.
5. Малков Н.А. Гиротронные среды в технике СВЧ. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2005. – 104 с.
6. Орлов А.Ф., Кулеманов И.В., Пархоменко Ю.Н., Перов Н.С., Семисалова А.С. Разработка ферромагнитных полупроводников для применения в спиновой электронике: состояние и перспективы // Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники. – 2011. – Т. 3. – С. 4-12.
7. Golovkina M.V. Specific features of the propagation of electromagnetic waves in a waveguiding structure with superconducting film and metamaterial // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. – 2010. – V. 74, № 12. – P. 1669-1673.
8. Misra S.K., Andronenko S.I., Reddy K.M., Hays J., Thurber A. and Punnoose A. A variable temperature Fe_3 electron paramagnetic resonance study of $\text{Sn}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}$ ($0.00 \leq x \leq 0.05$) // Journal of Applied Physics. – 2007. – Vol. 101. – P. 09N120.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУМЕРНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН В СОЛИСТАХ КУБИЧЕСКИХ АНИЗОТРОННЫХ УПРУГИХ СРЕДАХ

Самурат А.М., Баймагамбетов У.Б.

Актюбинский региональный государственный университет им. К.К. Жубанова, Актюбе, e-mail:

С помощью интегральных преобразований Фурье и Лапласа и матричного метода исследуется решения

уравнений теории упругости для слоистой кубической системы в двумерной области. Получены асимптотические представления корней дисперсионных уравнений, удобные для численных расчетов на ЭВМ.

Рассмотрим в декартовой системе координат x, z систему из n -кубических слоев, ограниченных полупространствами. Во всех упомянутых средах плоскость изотропии параллельна границами раздела. При этом каждая среда описывается уравнениями Ламе

$$\left. \begin{aligned} \alpha \frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} + c \frac{\partial^2 u_z}{\partial x \partial z} + d \frac{\partial^2 u_x}{\partial z^2} &= \rho \frac{\partial^2 u_x}{\partial t^2}, \alpha = \lambda + 2 \\ \alpha \frac{\partial^2 u_z}{\partial x^2} + c \frac{\partial^2 u_x}{\partial x \partial z} + d \frac{\partial^2 u_z}{\partial z^2} &= \rho \frac{\partial^2 u_z}{\partial t^2}, c = \lambda + \mu', d = \mu' \end{aligned} \right\} (1)$$

и уравнениями закона Гука

$$t_{xz} = \mu' \left(\frac{\partial u_x}{\partial z} + \frac{\partial u_z}{\partial x} \right); t_{zz} = \lambda \frac{\partial u_x}{\partial x} + (\lambda + 2\mu) \frac{\partial u_z}{\partial z} (2)$$

в которых ρ – плотность; λ, μ, μ' – коэффициенты Ламе. На всех границах раздела имеют место условия жесткого контакта.

$$U_{xi} = U_{yi+1}, U_{zi} = U_{zi+1}, t_{xzi} = t_{xzi+1}, t_{zzi} = t_{zzi+1}, (3)$$

при которых непрерывны векторы смещений U_x, U_z , а также компоненты тензора напряжения t_{zz}, t_{zx} . Поле смещений в заданной системе удовлетворяет нулевым начальным условиям

$$U_{x|t=0} = 0, U_{z|t=0} = 0, \frac{\partial u_x}{\partial t} \Big|_{t=0} = 0, \frac{\partial u_z}{\partial t} \Big|_{t=0} = 0, (4)$$

Пусть

$$\varphi_1 = u_x, \varphi_2 = u_z, \varphi_3 = tkz, \varphi_4 = t_{zz}, f_1 = -\text{sink}x, f_2 = \text{cosk}x, f_3 = -\text{ksink}x, f_4 = \text{kcosk}x, F_1 = U_x, F_2 = U_z, F_3 = T_{xz}, T_u = T_{zz} (5)$$

величина η в общем случае характеризует фазовую скорость $v = |I_m \eta|$ и коэффициент затухания $\gamma = R |R_c \eta|$ интерференционных волн, при этом $k=2\pi/l$ – волновое число l – длина волны, а в случае нормальных волн $\eta=it$. Решения задачи с помощью интегральных преобразований

$$\varphi_j(x,z,t) = \int_0^\infty \frac{f_j(kx)}{2\pi i} dk \int_{\sigma-i\infty}^{\sigma+i\infty} F_j(k,\eta,z) e^{k\eta t} d\eta, \quad (j = 1,2,3,4) \quad (6)$$

сводится к изучению системы дифференциальных уравнений

$$\left. \begin{aligned} d \frac{\partial^2 u_x}{\partial(kz)^2} - (a + \rho\eta^2)U_x + c \frac{du_z}{d(kz)} &= 0; \\ a \frac{\partial^2 u_z}{\partial(kz)^2} - (d + \rho\eta^2)U_z - c \frac{du_x}{\partial(kz)} &= 0; \\ T_{xz} = d \left(\frac{du_x}{d(kz)} + U_z \right), T_{zz} = d \frac{du_z}{\partial(kz)} - (c-d)U_x. \end{aligned} \right\} (7)$$

Первым двум уравнениям (7) соответствует определяющее уравнение

$$ada^4 - fa^2 + (a + \eta^2)(d + \eta^2) = 0; \quad (8)$$

$$\alpha_{1,2} = \sqrt{\frac{x \pm \sqrt{x^2 - \theta}}{2ad}}; \quad f = d(d + \eta^2) + d(d + \eta^2)c^2 \quad (9)$$

$$\theta = 4dd(d + \eta^2)(d + \eta^2)$$

Выбор основной ветви радикала $\alpha_{1,2}$ и проведения разрезов из точек ветвления $\eta = \pm i\sqrt{d/\rho}$ и $\eta = \pm i\sqrt{d/\rho}$ проводится так же, как в [1].

Система (7) сводится к системе алгебраических уравнений. Решение последней системы запишем для каждого слоя и каждого полупространства рассматриваемой среды. Заданная системы возбуждается падающими из полупространств волнами $X_0, Y_0, X_{n+1}^+, Y_{n+1}^+$ которые представляются равенствами (6). Образующиеся в результате отражений и преломлений волновые поля удовлетворяют соотношениям (1), (2) и (4). Кроме того, эти поля совместно с падающими возмущениями удовлетворяют условиям (3). Для определения остальных $4(n+1)$ функций на основании (3) применяем обобщенный матричный метод [1].

А теперь исследуем дисперсионные уравнения, описывающие распространение нормальных волн типа в заданном слое при $kh \gg 1$. С математической точки зрения дисперсионное уравнение является характеристическим уравнением для собственных чисел некоторого дифференциального оператора, являющегося обобщением оператора Штурма-Лиувилля. В случае нормальных волн этот оператор является самосопряженным, а для затухающих-несамосопряженным.

Дисперсионное уравнение симметричного слоя относительно плоскости $z = 0,5h$ разлагается на два уравнения.

$$\left. \begin{aligned} \gamma_2^2 \gamma_1^{-1} th \frac{ka_1}{2} - \beta_2^2 \beta_1^{-1} th \frac{ka_2}{2} &= 0, \\ \gamma_2^2 \gamma_1^{-1} th \frac{ka_2}{2} - \beta_2^2 \beta_1^{-1} th \frac{ka_1}{2} &= 0 \end{aligned} \right\} (10)$$

Описывающие антисимметричные и симметричные колебания. Величины $\beta_1, \gamma_1, \beta_2, \gamma_2$ являются функциями от η , выражения которых получается из соответствующих выражения [1] при $b=a, d=m$. Исследование уравнений проводится в областях

$$\begin{aligned} I - I_m \eta_1^{(0)} < I_m \eta \leq \sqrt{\frac{a}{\rho}}; \\ II - I_m \eta_2^{(0)} < I_m \eta_2^{(0)} \leq Im \eta_1^{(0)} < Im \eta_1^{(0)} \\ III - 0 \leq I_m \eta \leq I_m \eta_2^{(0)} \end{aligned}$$

так же, как в [2].

При этом величины $\eta_1^{(0)}, \eta_2^{(0)}$ являются точками ветвления внутреннего радикала (9) в верхней полуплоскости. Дисперсионные уравнения (10) при $kh > 1$ представляются соотношениями (11)

$$\left. \begin{aligned} \gamma_2^2 \gamma_1^{-1} - \beta_2^2 \beta_1^{-1} &= \frac{d}{c} (\alpha_1 - \alpha_2) IR = 0 \quad (I, III), A + \frac{2adB}{\sqrt{2}} - R = 0 \quad (II), \\ A &= a(d + \rho\eta^2) - (c-d)^2, B = \rho\eta^2(d + \rho\eta^2); \\ R &= d\rho\tau^2 + \sqrt{ad} \rho\tau^2 \sqrt{d - \rho\tau^2} / \sqrt{d - \rho\tau^2 + (c-d)^2 - a^2}. \end{aligned} \right\}$$

Уравнение Релея $IR = 0$ в данной области имеют один корень области (I) $\tau = \tau_R$. Если эта предельная точка лежит в области (I) получим представления (12)

$$\begin{aligned} \tau &= \tau_R - \frac{c\beta_2^2 e^{-kh\alpha_2}}{d c_R \beta_R \beta_1 (\alpha_1 - \alpha_2)}; \\ \tau &= \tau_R + \frac{c\gamma_2^2 e^{-kh\alpha_2}}{d c_R \beta_R \gamma_1 (\alpha_1 - \alpha_2)}; \end{aligned} \quad (12)$$

а в случае $\tau_R \in (III)$ (13)

$$\begin{aligned} \tau &= \tau_R - \frac{c\gamma_2^2 e^{-kh\alpha_1}}{d c_R \beta_R \gamma_1 (\alpha_2 - \alpha_1)}; \\ \tau &= \tau_R + \frac{c\gamma_2^2 e^{-kh\alpha_2}}{d c_R \beta_R \gamma_1 (\alpha_1 - \alpha_2)}; \end{aligned} \quad (13)$$

Из этих равенств следует, что корни с разных сторон приближаются по экспоненциальному закону к предельной точке.

Если $\tau_R \in (II)$, то корни уравнений (10) имеют вид (14)

$$\tau = \tau_R \pm \frac{2A \sqrt{\sqrt{Q+X}}}{C_R \sqrt{\sqrt{Q-X}}} \sin\left(\frac{kh}{2} \sqrt{\frac{\sqrt{Q-X}}{ad}}\right) \exp\left(-kh \sqrt{\frac{\sqrt{Q+X}}{ad}}\right)$$

При этом в правых частях вместо величин A, θ имеем значения при $\tau = \tau_R$, а величина $C_R = dR/d(\tau^2)$. Равенства (14) показывают, что корни приближаются к предельной точке, испытывая колебания около этой точки. Такой колебательный характер движения корней в области (II) является характерной особенностью дисперсионных уравнений анизотропной упругой среды.

Из вторых равенств (12) и (13), а также из монотонного характера перемещения особого корня симметричного дисперсионного уравнения следует, что скорость τ_R волны Релея, лежащая в интервалах (I) и (III), удовлетворяют неравенству

$$\tau_R < \sqrt{\frac{a^2 - (\epsilon - d)^2}{d\rho}} \quad (15)$$

Следует отметить, что используемые параметры a, c, d удовлетворяют условиям положительности плотности упругой энергии, а также неравенству, обеспечивающему однозначность определения скоростей распространения волн под любыми углами распространения [3]:

$$a + d - c > 0, a > d, d > 0; a(d-d) - c^2 > 0 \quad (16)$$

Наконец, отметим, что из-за ограниченности объема работы приведены только основные результаты исследований.

Список литературы

1. Молотков Л.А., Баймагамбетов У. Об исследовании распространения волн в слоистых трансверсально-изотропных упругих средах. Записки науч. семинаров ЛОМИ. – Л., 1978. – Т. 78. – С. 149-173.
2. Молотков Л.А., Баймагамбетов У., Смирнова Н.С. Об исследовании дисперсионных уравнений свободного трансверсально-изотропного упругого слоя. Записки науч. семинаров ЛОМИ. – Л., 1980. – Т. 99. – С. 85-103.
3. Осипов И.О. К методу функционально-инвариантных решений для задач динамической теории упругости анизотропных сред // Известия АН СССР. Сер. геофиз. – 1963. – С. 391-396.
4. Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах. – М., 1973. – 343 с.

**АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ
ЧЕРВЯЧНОЙ МАШИНЫ
(КОЭФФИЦИЕНТ ЗАПАСА ПРОЧНОСТИ)**

Сеферова Е.Ю.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: seferova114477@mail.ru*

Несмотря на отклонения работы машин, оценка запаса прочности вводится для того, чтобы была безопасная и точная работа червячной машины и отдельных ее элементов. Изготовлению хорошо работающих червячных машин, был повод роста производства и применение полимерных материалов. Червячные машины находят широчайшее применение в литьевых машинах, для получения предварительной пластификации и полных изделий, используют в наложении изоляции оболочек для провода, кабеля, выдавливания труб, листов, пленок, а также для смешения и грануляции материала. При оценке, анализе достоверной точности работы червячной машины определяются элементы, приводящие к отказам и разрушениям изделия, детали, постепенное или внезапное проявление этого разрушения. Также необходимо наблюдать этот процесс, так как это является возможностью предупредить отказы за счет проведения технического и планового ремонтов. При расчете такого анализа рекомендуется: определение показателей безотказности, долговечности, показателей ремонтпригодности, комплексных показателей надежности и эффективности работы машины.

Необходимо помнить, что надежность работы червячной машины заключается в следующем: правильное ежедневное использование и уход за машиной, регулярная очистка и обтирка частей машины, смазка, своевременное проведение технического обслуживания и плановых ремонтов, наблюдение за исправностью работы всей машины, наличие и стойкость заземления машины, шкафа управления, электродвигателя привода. Это станет главным показателем, который характеризует деятельность предприятия в условиях рыночных отношений.

Список литературы

1. Рябинин Д.Д., Лукач Ю.Е. Червячные машины для переработки пластических масс и резиновых смесей: учебное пособие для студентов. – М.: Машиностроение, 1965.
2. Бекин Н.Г., Шанин Н.Л. Оборудование заводов резиновой промышленности: учеб. пособие для вузов. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Л.: Химия, 1978. – 400 с., ил.
3. Машины и аппараты резинового производства / под ред. Д.М. Барскова. – М.: Химия, 1975.
4. Пат. 2023474 Российская Федерация, МПК B01D25/36, Червячная машина для обезвоживания суспензионных материалов / Коуля Ф.А.; заявл. 09.06.1992; опубл. 30.11.1994. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2194413>.
5. Пат. 1077809 Российская Федерация, МПК B29B1/12, Червячная машина / Кондраков С.П., Симаненков Э.И., Поляков В.А., Пес-

чанская Е.И., Дамов А.С.; заявл. 08.06.84.1983; опубл. 07.03.1984. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2764412>.

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР
В ПРОМЕРЗАЮЩЕМ ГРУНТЕ**

Сидоров А.А., Тягунин А.В.

*Северный Арктический федеральный университет
им. М.В. Ломоносова, Архангельск,
e-mail: artem007-1992@yandex.ru*

В практике научных исследований возникает необходимость изучения распределения температур и динамики изменения температуры во времени и пространстве в грунтах, льду и снежном покрове. В связи с этим возникает необходимость в создании прибора для дистанционного измерения температур временной динамики изменения температур и пространственного распределения температур. Промышленность в настоящее время такие приборы не выпускает. В данной статье предлагается устройство для измерения пространственного распределения температур во льдах, в грунтах и снежном покрове, совмещенное с персональным компьютером. Для данного устройства возможна организация дистанционных измерений с использованием спутниковой связи. Подобное устройство возможно к использованию при организации долговременных наблюдений при исследованиях в арктической и приарктической зонах.

Установка для измерения температуры мерзлых пород состоит из: 20 термодатчиков DS18S20, Arduino UNO, ПК. Термодатчики расположены на расстоянии 10 см друг от друга по всей длине линейки из оргстекла. Для преобразования сигнала с датчиков применяется Arduino UNO, который в дальнейшем передает сигнал на ПК. Термодатчики соединены с Arduino при помощи трех проводов: общий, данные и положительного полюса питания. Для работы с датчиком в программу Arduino IDE были добавлены библиотеки: OneWire и DallasTemperature.



Рис. 1. Блок-схема установки

Для измерения данных несколькими датчиками одновременно, необходимо подключить их параллельно.

Апробирование этого устройства происходило на площадке расположенной в 10 метрах от здания, сигнал входил в здание и регистрировался на ПК. Устройство позволяло снимать показания на удалении, через интернет.

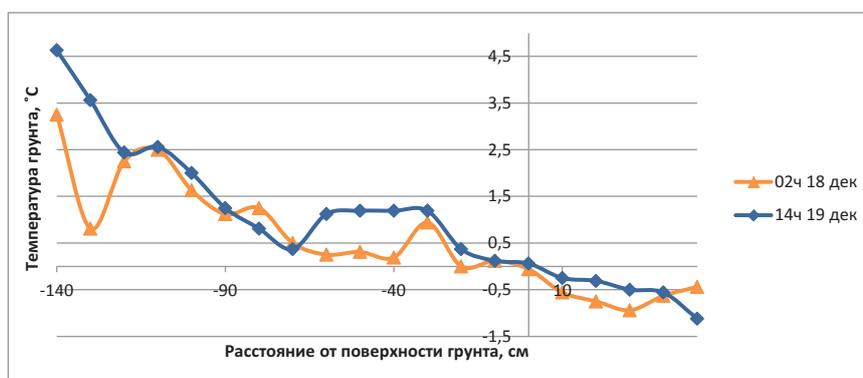


Рис. 2. Данные изменения температурной зависимости за 36 часов

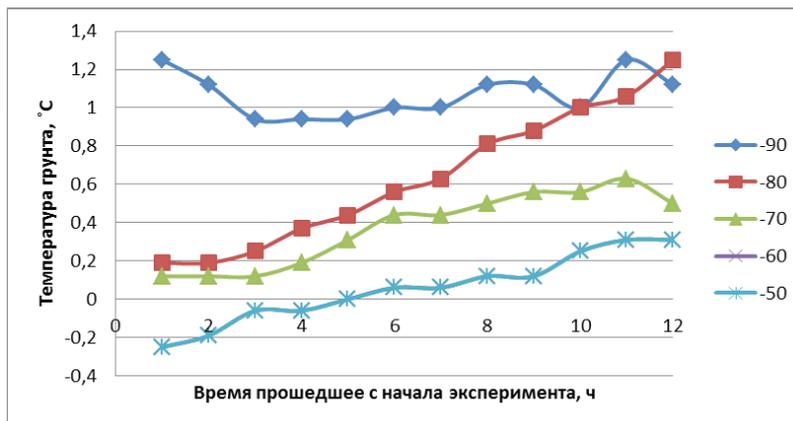


Рис. 3. Пример временной динамики температуры в грунте на разных глубинах

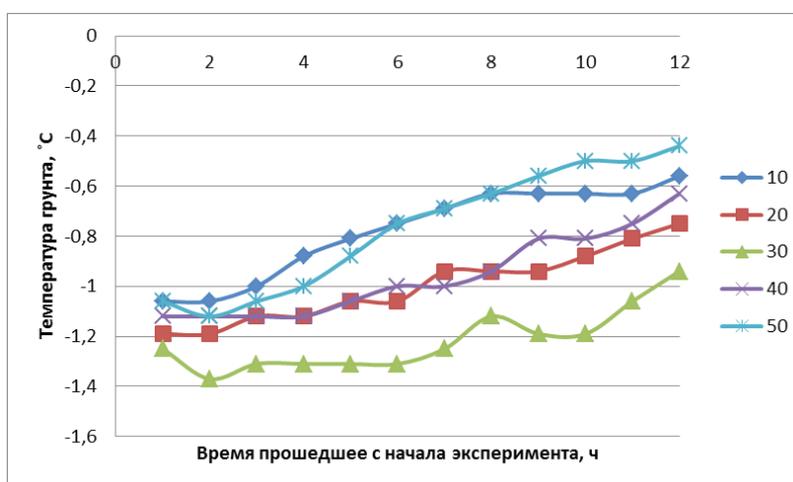


Рис. 4. Пример временной динамики температуры в снежном слое

На рисунке 2. представлены данные изменения температурной зависимости за 36 часов. Данные графики показывают, как градиент температур становится линейным с течением времени. Нелинейность изначально обусловлена перемешиванием грунтов разных слоев, при закапывании датчиков.

На рисунках 3 и 4 показана зависимость температуры от времени измерения, начиная со времени установки измерительных датчиков, с 15 часов 17 декабря, и оканчивается в 02 часа 18 декабря, снятие данных происходило ежечасно.

Список литературы

1. DALLAS Semiconductor MAXIM DS18S20 High-Precision 1-Wire Digital Thermometer [Электронный ресурс]//Datasheet – Maxim Integrated, 2010. – Режим доступа: <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18S20.pdf> (Дата обращения: 10.12.2014).

2. Подключение датчика температуры DS18B20 к Arduino. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arduino-project.net/podklyuchenie-ds18b20-arduino/> (Дата обращения: 10.12.2014).

РАНГОВЫЙ АНАЛИЗ КАК МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ И ВОЗМОЖНОСТЬ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ К АСТРОФИЗИЧЕСКИМ СИСТЕМАМ

Устинова К.А., Козырев Д.А., Гурина Р.В.

Ульяновский государственный университет, Ульяновск,
e-mail: bublik3129@gmail.com

Под **ранговым распределением** (РР) понимается распределение, полученное в результате процедуры

ранжирования последовательности значений параметра, поставленных соответственно рангу. **Ранг** g – это номер особи по порядку в РР. Ранжирование – процедура упорядочения объектов по степени выраженности какого-либо качества в порядке убывания этого качества. Реальные РР могут выражаться различными математическими зависимостями и иметь соответственный графический вид, однако, наиболее важными являются гиперболические ранговые распределения (ГРР), так как они отражают признак «ценности» – принадлежности совокупности ранжируемых объектов (элементов, особей) к ценностям. Теория ценностей применительно к техническим изделиям была разработана профессором МЭИ Б.И. Кудринным более 30 лет назад (www.kudrinbi.ru) и успешно внедрена в практику [1-3]. Методики построения ГРР и их последующее использование в целях оптимизации ценностей составляют основной смысл рангового анализа (РА) (ценнологического подхода), содержание и технология которого представляют собой новое направление, сулящее большие практические результаты. Закон гиперболического рангового распределения особей в техноценности (Н-распределение) имеет вид [1]:

$$W = A / r^\beta \quad (1)$$

где W – ранжируемый параметр особей; g – ранговый номер особи (1,2,3...); A – максимальное значение параметра лучшей особи с рангом $g=1$, т.е. в первой точке; β – ранговый коэффициент, характеризую-

щий степень крутизны кривой PP (для техноценозов $0,5 < \beta < 1,5$ [3]).

Если ранжируется какой-либо параметр ценоза, то PP называется ранговым параметрическим. Подчинённость сообщества особей закону ГРР (1) – главный признак ценоза, но недостаточный. Кроме этого признака, ценозы, в отличие от других сообществ, имеют общую среду обитания, а его объекты включены в борьбу за ресурсы.

В.И. Гнатюком разработан метод РА для оптимизации технических систем-ценозов [3]. Возможности практического использования РА в педагогике описаны Р.В. Гуриной (<http://www.gurinarv.ulsu.ru>), а также разработана методика его применения в этой области [4]. Количество особей в ценозе определяет **мощность популяции**. Терминология пришла из биологии, из теории биоценозов. «Ценоз» – это сообщество. Термин *биоценоз*, введённый Мёбиусом (1877), лёг в основу экологии как науки. Б.И. Кудрин перенес понятия «ценоз», «особь», «популяция», «вид» а из биологии в технику: в технике «особи» – отдельные технические изделия, технические параметры, а многочисленную совокупность технических изделий (особей), PP которых выражается законом (1) называют **техноценозом** [1-3].

В социальной сфере «особи» – это люди, организованные в социальные группы (классы, учебные группы), тогда мощность популяции – это количество учащихся в группе. Школа – это тоже социоценоз, состоящий из особей – отдельных структурных единиц – классов. Здесь мощность популяции – количество классов в школе. Совокупность школ – это ценоз более крупного масштаба, где особью, структурной единицей данного ценоза является школа. В качестве ранжируемых параметров W в техноценозах выступают *технические или физические параметры*, характеризующие особь, например, размер, масса, мощность потребления, энергия излучения и т.д. В социоценозах, в частности педагогических ценозах, ранжируемые параметры – это успеваемость, рейтинг в баллах участников олимпиад или тестирования; число учащихся, поступивших в вузы и так далее, а ранжируемыми особями выступают сами учащиеся, классы, учебные группы, школы и так далее.

Исследования последних лет показали, что совокупности космических объектов многих систем (галактики, солнечная система, скопления галактик и т.д.) представляют собой ценозы (космоценозы, астроценозы) [5-8]. Однако, астроценозы отличаются от теноценозов и социоценозов тем, что человек не может влиять на их состояние, изменять и оптимизировать их. В космосе объекты жёстко связаны между собой силами тяготения, определяющими их поведение. Специфика астроценозов до конца не выяснена, метод РА применительно к астроценозам не разработан, что определило цель настоящего исследования. Цель разделилась на ряд задач:

1. Изучение метода РА, выяснение возможности применимости метода РА к астрофизическим системам-ценозам (т.е. в какой мере РА применим к астроценозам).
2. Пошаговое описание применения метода РА для астроценозов.
3. Апробация метода РА применительно к астрофизическим системам.

Метод РА

После изучения методики применения РА для техноценозов [1-3], были выделены её общие (универсальные) элементы, которые распространяются на все виды ценозов. Таким образом, метод РА включает следующие универсальные этапы-процедуры.

1. Выделение ценоза – совокупности объектов изучаемого сообщества (системы).

2. Выделение параметров ранжирования. Такими параметрами могут выступать масса, размеры объектов, стоимость, энергетическая надежность, процентное содержание элементов в составе исследуемого объекта, баллы ЕГЭ участников тестирования и т.д.

3. Параметрическое описание ценоза. Создание электронной таблицы (базы данных), содержащей систематизированную информацию о параметрах отдельных особей ценоза.

4. Построение табулированного эмпирического PP. Табулированное PP представляет собой таблицу из двух столбцов: параметров особей W выстроенных по рангу и рангового номера особи r ($r = 1, 2, 3, \dots$). Первый ранг имеет особь с максимальным значением параметра, второй ранг имеет особь с наибольшим значением параметра среди остальных особей и т.д.

5. Построение графического эмпирического PP. График эмпирической ранговой кривой имеет вид гиперболы: по оси абсцисс откладывается ранговый номер r, по оси ординат – исследуемый параметр W, рис.1, а. Все данные берутся из табулированного PP.

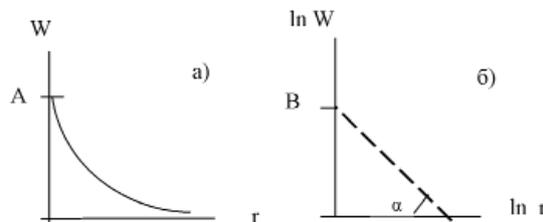


Рис. 1. Гипербола (а) и «спрямленная» гиперболическая зависимость в двойном логарифмическом масштабе (б); $B = \ln A$

6. Аппроксимация эмпирических PP. Аппроксимация и определение параметров PP, как правило, проводится с помощью компьютерных программ, с их помощью задается доверительный интервал, находят параметры кривой распределения A, B, также определяется коэффициент регрессии Re (или Re^2), показывающий степень приближения эмпирической гиперболы к теоретической. При этом прорисовывается аппроксимационная идеальная кривая (а в случае необходимости – по обе стороны от нее – линии доверительного интервала).

7. Линеаризация ГРР: построение эмпирического PP в логарифмических координатах. Поясним процесс линеаризации зависимости (1). Прологарифмировав зависимость (1) $W = A / r^\beta$, получаем:

$$\ln W = \ln A - \beta \ln r \quad (2)$$

Обозначив:

$$\ln W = y; \ln A = B = \text{const}; \ln r = x, \quad (3)$$

получаем (2) в виде:

$$y = B - \beta x. \quad (4)$$

Уравнение (4) – это убывающая линейная функция (рис.1,б). Только по оси ординат откладывается $\ln W$, а по оси абсцисс – $\ln r$. Для построения линейного графика составляется таблица эмпирических значений $\ln W$ и $\ln r$, по значениям которой строится график зависимости $\ln W(\ln r)$ с использованием компьютерных программ.

Вручную коэффициент β определяется по формуле:

$$\beta = \text{tg } \alpha = \ln A : \ln r,$$

коэффициент A определяется из условия: $r = 1, W_1 = A$.

8. Аппроксимация эмпирической зависимости $\ln W(\ln r)$ к линейной $Y = B - \beta x$.

Эта процедура производится также с использованием компьютерных программ; далее следует нахождение параметров β , A , определение доверительного интервала, определение коэффициента регрессии Re (или Re^2), выражающего степень приближения эмпирического графика $\ln W$ ($\ln r$) к линейному виду. При этом вырисовывается аппроксимационная прямая.

9. Оптимизация ценоза (для био, – техно, – социоценозов).

Процедура оптимизации системы (ценоза) состоит в совместной работе с табулированным и графическим распределениями и сравнении идеальной кривой с реальной, после чего делают вывод: что практически нужно сделать в ценозе, чтобы точки реальной кривой стремились лечь на идеальную кривую. Чем ближе эмпирическая кривая распределения приближается к идеальной кривой вида (1), тем устойчивее система. Этап оптимизации включает следующие процедуры (действия) [3].

- Теоретическая часть: совместная работа с табулированным и графическим РР:

- нахождение аномальных точек и искажений по графику;

- определение их координат и их идентификация с реальными особями по табулированному распределению;

- Практическая часть: работа с реальными объектами ценоза по его улучшению:

- анализ причин аномалий и поиск способов их устранения (управленческих, экономических, производственных и т.д.);

- устранение аномалий в реальном ценозе.

Оптимизация техноценозов по В.И. Гнатиюку осуществляется двумя путями [3]:

1. Номенклатурная оптимизация – целенаправленное изменение численности ценоза, устремляющее реальное РР по форме к идеальному (1). В биоценозе-стае это изгнание или уничтожение слабых особей, в учебной группе это отсеивание неуспевающих, в техноценозе – избавление от хлама, перевод отработанной техники в разряд металлолома.

2. Параметрическая оптимизация – целенаправленное улучшение параметров отдельных особей, приводящее ценоз к более устойчивому, эффективно-состоянию. В педагогическом ценозе – учебной группе (классе) – это работа с неуспевающими – улучшение их показателей успеваемости, в техноценозе – замена старой техники улучшенными образцами.

Как указывалось выше, процедура оптимизации 9 неприменима к астроценозам. Изучая их ГРР, можно лишь извлечь ту или иную полезную научную информацию о состоянии астроценоза, тем самым расширив представления об астрономической картине Мира. Каков характер отклонений в реальных ГРР объектов астрофизических ценозов от идеального Н-распределения и на что они указывают? На графиках ГРР объектов систем-астроценозов обнаружены 2 вида искажений:

1. Несколько точек выпадают из доверительного интервала ГРР или гипербола искажена (наличие «горбов», «впадин», «хвостов» (рис. 2, а).

2. Резкий излом логарифмической прямой $\ln W$ ($\ln r$), разделяющий её на 2 отрезка (под углом друг к другу или со смещением по оси u).

На рис 2, а, б – графики РР спутников Сатурна с искажениями первого вида.

В силу несовершенства измерительной техники или методов астрономических измерений из всех 62 спутников Сатурна есть сведения о массах 19 спутников и о диаметрах 45 спутников. Из графиков хорошо видно, что в системе с большим количеством особей

(рис.2,б) эмпирические точки, отражающие размеры спутников лучше ложатся на логарифмическую прямую., что указывает на более адекватную информацию о полноте системы. Сказанное позволяет утверждать, что применение РА дает возможность прогнозировать наличие недостающих объектов в космических системах.

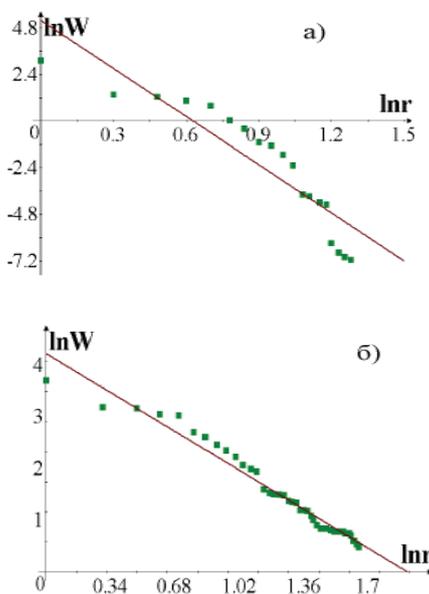


Рис. 2. Ранговое распределение спутников Сатурна в двойном логарифмическом масштабе $\ln W = f(\ln r)$;

r – ранговый номер спутника;

а) РР 19 спутников по известным массам;

б) РР спутников в той же системе с большим количеством особей – 45 спутников по известным диаметрам

При изучении графических РР астроценозов выяснено, что **первый вид искажений** может свидетельствовать о том, что:

- некоторые объекты не принадлежат данному астроценозу (системе, классу);

- измерения параметров объектов астроценоза не точны;

- недостаточно сведений о полноте астрофизической системы-ценоза. При этом, чем полнее система, тем больше коэффициент регрессии.

Второй вид искажений свидетельствует о следующем.

Если наблюдается резкий излом на графике спрямления, это означает, что система состоит из двух подсистем. Подобный случай представлен графиками рис. 3, 4. При этом, на графике $W(r)$ острый излом образуется двумя «наползающими друг на друга» гиперболами (рис. 3, а), при этом этот излом не всегда так ярко выражен, как на графике в двойном логарифмическом масштабе (рис.3 б, 4, б). Чем меньше угол между линеаризованными отрезками на графике $\ln W$ ($\ln r$), тем более выражен излом гиперболы на графике $W(r)$.

На рис. 3, а, б изображены графики ГРР известных галактик по расстоянию от нашей Солнечной системы (всего 40 объектов).

Если наблюдается резкий излом на графике спрямления, это означает, что система состоит из двух подсистем. РА позволяет теоретически разделить систему галактик на два класса: периферийную (удалённую) группу –1 и местную (близлежащую) группу галактик – 2, что соответствует астрономическим классификационным данным.

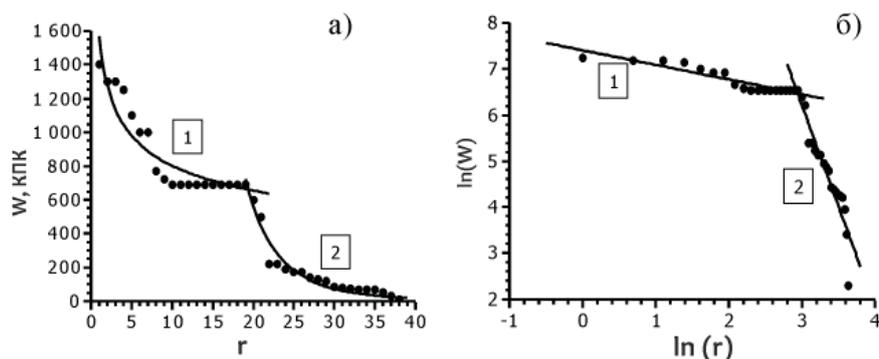


Рис. 3. Ранговое распределение галактик по расстоянию от Солнечной системы, где 1 – периферийная группа галактик, при этом $Re=0,97$; 2 – местная группа галактик, $Re=0,86$; W – расстояние Галактики, кпк; r – ранговый номер галактики. Всего 40 объектов. а) График $W(r)$, $Re=0,97$; б) График $\ln W = f(\ln r)$, $Re=0,86$

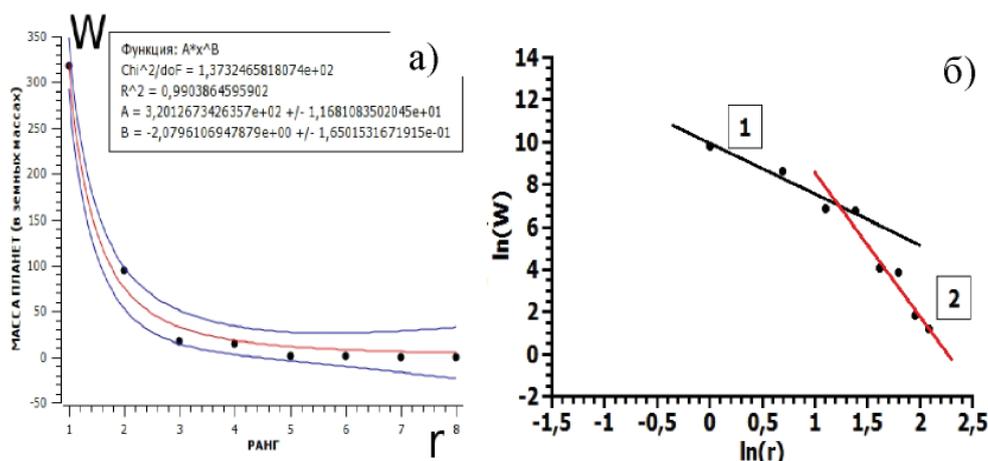


Рис. 4. РР масс планет Солнечной системы (в земных массах), где группа 1 – планеты гиганты (Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун); 2 – планеты земной группы; W – масса планеты, M ; r – ранговый номер планеты. Всего 8 объектов; а) График $W(r)$, $Re = 0,99$; б) График $\ln W = f(\ln r)$, для 1 – (планеты гиганты) $Re = 0,86$, для 2 также – $Re = 0,86$

Как известно из курса астрономии в нашей планетной системе выделяется 2 подсистемы: планеты-гиганты и планеты Земной группы. На рис. 4, а, б представлены ГРР планет Солнечной системы по массам. Заметим, что непосредственно на гиперболических РР изломы могут недостаточно явно просматриваться, и на них невозможно выделить подсистемы (рис.4, а), поэтому необходимо обязательное построение РР в двойном логарифмическом масштабе, на которых изломы ярко выражены (рис.4,б).

Используя справочники физических величин и Интернет-ресурс, были выполнены построения ГРР других астроценозов, подтверждающие вышесказанное. Аппроксимация проводилась с помощью программы QtiPlot.

Таким образом:

- рассмотрен и расписан пошагово метод РА для систем-ценозов по аналогии с техноценозами;
- определена специфика применения РА к астроценозам;
- определена возможность применения РА к исследованию астрофизических систем- ценозов в планах:
 - идентификации подсистем в космических системах-ценозах; метод заключается в фиксации и изучении изломов линейных графиков ГРР в двойном логарифмическом масштабе;
 - прогнозирования полноты астрофизических систем-ценозов;

• требуются дальнейшие исследования в данном направлении, подтверждающие сделанные выводы.

Список литературы

1. Кудрин Б.И. Введение в технетику. – 2-е изд., перераб., доп. – Томск: ТГУ, 1993. – 552 с.
2. Математическое описание ценозов и закономерности технетики. Философия и становление технетики / под ред. Б.И. Кудрина // Ценологические исследования. – Вып. 1-2. – Абакан: Центр системных исследований, 1996. – 452 с.
3. Гнатюк В.И. Закон оптимального построения техноценозов: монография. – Выпуск 29. Ценологические исследования. – М.: Изд-во ТГУ – Центр системных исследований, 2005. – 452 с. (<http://www.baltnet.ru/~gnatukvi/ind.html>).
4. Гурина Р.В. Ранговый анализ образовательных систем (ценологический подход): методические рекомендации для работников образования. – Вып.32. «Ценологические исследования». – М.: Технетика, 2006. – 40 с. (<http://www.gurinarv.ulsu.ru>).
5. Гурина Р.В., Дятлова М.В., Хайбуллов Р.А. Ранговый анализ астрофизических и физических систем // Казанская наука. – 2010. – №2. – С. 8-11.
6. Гурина Р.В., Ланин А.А. Границы применимости закона рангового распределения // Техногенная самоорганизация и математический аппарат ценологических исследований. – Вып. 28. «Ценологические исследования». – М.: Центр системных исследований, 2005. – С. 429-437.
7. Хайбуллов Р.А. Ранговый анализ космических систем // Известия ГАО в Пулковке. Труды второй Пулковской молодежной конференции. – СПб., 2009. – № 219. – Вып. 3. – С. 95-105.
8. Учайкин М.В. Применение закона рангового распределения к объектам Солнечной системы // Известия ГАО в Пулковке. Труды второй Пулковской молодежной конференции. – СПб., 2009. – № 219. – Вып. 3. – С. 87-95.

Секция «Математика и ее практические приложения»

научный руководитель – Долгополова Анна Федоровна, канд. экон. наук, доцент

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ
ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ
В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

Ануприенко М.А.

Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Математические методы являются важнейшим инструментом анализа экономических явлений и процессов. Они позволяют создавать теоретические модели, а так же отображать существующие в экономической жизни связи, прогнозировать поведение экономических субъектов и экономическую динамику. Математическое моделирование становится языком современной экономической теории, одинаково понятным для учёных всех стран мира.

Рассмотрим типичные задачи с использованием математических методов [1-3]. Предприятие выпускает четыре вида изделий с использованием четырех видов сырья. Нормы расхода сырья даны как элементы матрицы A : 1 2 3 4. Вид сырья

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 2 & 5 & 6 \\ 7 & 2 & 3 & 2 \\ 4 & 5 & 6 & 8 \end{pmatrix} \begin{matrix} 1 \text{ Изделие} \\ 2 \text{ Изделие} \\ 3 \text{ Изделие} \\ 4 \text{ Изделие} \end{matrix}$$

Требуется найти затраты сырья каждого вида при заданном плане выпуска каждого вида изделия: соответственно, 60, 50, 35 и 40 ед. Составим вектор-план выпуска продукции: $\vec{q} = (60, 50, 35, 40)$.

$$\vec{q} = (60, 50, 35, 40).$$

Тогда решение задачи дается вектором затрат, координаты которого и являются величинами затрат сырья по каждому его виду: этот вектор затрат вычисляется как произведение вектора на матрицу A :

$$\vec{q}A = (60 \ 50 \ 35 \ 40) \times \begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 2 & 5 & 6 \\ 7 & 2 & 3 & 2 \\ 4 & 5 & 6 & 8 \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} 120 & 50 & 245 & 160 \\ 180 & 10 & 70 & 200 \\ 240 & 250 & 105 & 240 \\ 300 & 300 & 70 & 320 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 575 \\ 550 \\ 835 \\ 990 \end{pmatrix}$$

Рассмотрим типичные задачи, возникающие в ходе хозяйственной деятельности предприятий. Спрогнозируем величину выпуска продукции, исходя из сведений известных о запасах сырья. Фирма выпускает 3 вида продукции. При этом используется 3 типа сырья. Таблица отражает основные параметры технологии производства. Определим объемы продукции, которые возможно выпустить при заложенных данных о запасах сырья. Такого рода вопросы неизбежно возникают при деятельности любого предприятия.

Вид сырья	Расход сырья по видам продукции, вес.ед./изд.			Запас сырья, вес.ед.
	1	2	3	
1	6	4	5	2400
2	4	3	1	1450
3	5	2	3	1550

Полученные в ходе решения ответы на поставленные вопросы дадут возможность для прогнозных оценок и заключений, а также для создания планов по микроэкономическим показателям предприятий.

Обозначим неизвестные объемы выпускаемой предприятием продукции через неизвестные величины x_1 , x_2 и x_3 . Тогда при условии полного расхода запасов для каждого вида сырья можно записать уравнения, отражающие баланс продукции и сырья из которого она сделана. Получаем систему 3 уравнений с 3 неизвестными:

$$\begin{cases} 6x_1 + 4x_2 + 5x_3 = 2400 \\ 4x_1 + 3x_2 + x_3 = 1450 \\ 5x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 1550 \end{cases}$$

Решение систему уравнений приводит к следующим результатам (с учетом заданных значений о сырье):

$$x_1 = 150, x_2 = 250, x_3 = 100$$

Рассмотрим наиболее общую постановку задачи прогнозирования объемов продукции. Пусть

$$C = \|c_j\|; i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n$$

- матрица, отражающая расход сырья T видов при выпуске продукции. Тогда при известных объемах запаса каждого вида сырья, которые образуют соответствующий вектор $\vec{q} = (q_1, q_2, \dots, q_m)$.

Вектор $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ характеризует объем выпуска продукции и определяется из решения системы T уравнений с n неизвестными

$$C\vec{x}^T = \vec{q}^T$$

Здесь индекс T означает транспонирование вектора-строки в вектор-столбец.

Рассмотрим задачи использования линейной модели торговли. Процесс взаимных закупок товаров анализируется с использованием понятий собственного числа и собственного вектора матрицы. Будем полагать, что бюджеты n стран, которые мы обозначим, соответственно, x_1, x_2, \dots, x_n , расходуются на покупку товаров. Рассмотрим линейную модель обмена продукцией.

Пусть a_{ij} - доля бюджета x_j , которую j -я страна тратит на закупку товаров у i -й страны. Введем матрицу коэффициентов a_{ij} :

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Тогда, если весь объем средств расходуется только на закупку сырья извне (это можно рассматривать как торговый бюджет). Тогда справедливо равенство

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} = 1; j=1,2,\dots,n$$

Матрица A с данным свойством, в силу которого сумма элементов ее любого столбца равна единице, называется структурной матрицей торговли. Для i -й страны общая выручка от внутренней и внешней торговли выражается формулой

$$P_i = a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n$$

Условие сбалансированной торговли формулируется естественным образом: для каждой страны ее

бюджет должен быть не больше выручки от торговли, т.е. $P_i \geq x_i$, или

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \geq x_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Докажем, что в условиях не может быть знака неравенства. Действительно, сложим все эти неравенства при i от 1 до n . Группируя слагаемые с величинами бюджетов x_n , получаем

$$x_1(a_{11} + a_{21} + \dots + a_{n1}) + x_2(a_{12} + a_{22} + \dots + a_{n2}) + \dots + x_n(a_{1n} + a_{2n} + \dots + a_{nn}) \geq x_1 + x_2 + \dots + x_n$$

Как можно заметить, в скобках стоят суммы элементов матрицы A по ее столбцам, которые равны единице по условию. Таким образом, мы получим неравенство

$$x_1 + x_2 + \dots + x_n \geq x_1 + x_2 + \dots + x_n$$

откуда следует, что возможен только знак равенства.

Условия принимают вид равенств:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = x_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = x_2 \\ \dots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n = x_n \end{cases}$$

Введем вектор бюджетов \vec{x} , каждая компонента которого характеризует бюджет соответствующей страны. Тогда систему уравнений можно записать в матричной форме: $A\vec{x} = \vec{x}$

Это уравнение означает, что собственный вектор структурной матрицы A , отвечающий ее собственному значению 1, состоит из бюджетов стран бездефицитной международной торговли. Перепишем уравнение в виде, позволяющем определить: $x: (A-E)x=0$

Таким образом, применение методов оптимального решения в деятельности предприятий приводит к экономии материальных средств, экономии времени и улучшению производительности. Кроме того, данные методы могут быть полезны и в задачах экспериментального исследования различного рода процессов [4-15].

Список литературы

1. Тарасов В.Л. Экономико-математические методы и модели: учебное пособие. – Н.Новгород: ННГУ, 2003. – 64 с.
2. Канторович Л.В. Экономический расчёт наилучшего использования ресурсов. – М.: Наука, 2011. – 760 с.
3. Грешилов А.А. Прикладные задачи математического программирования. – М.: Логос, 2006. – 288 с.
4. Yanovskii A.A., Simonovskii A.Ya., Klimenko E.M. On the Influence of the Magnetic Field upon Hydrogasdynamic Processes in a Boiling Magnetic Fluid // Surface Engineering and Applied Electrochemistry. – 2014. – Vol. 50, №. 3. – P. 260-266.
5. Яновский А.А., Симоновский А.Я., Клименко Е.М. К вопросу о влиянии магнитного поля на гидрогазодинамические процессы в кипящей магнитной жидкости // Электронная обработка материалов. – 2014. – № 3. – С. 66-72.
6. Яновский А.А., Спасибов А.С. Математическое моделирование процессов в кипящих намагничивающихся средах // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 183-186.
7. Яновский А.А., Симоновский А.Я., Савченко П.И. Моделирование гидрогазодинамических процессов в кипящей магнитной жидкости: сборник «Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона». – Ставрополь, 2013. – С. 159-163.
8. Яновский А.А., Симоновский А.Я. Математическое моделирование формы пузыря пара в кипящей магнитной жидкости: сборник научных трудов «Финансово-экономические проблемы развития региона и учетно-аналитические аспекты функционирования предпринимательских структур» по материалам Ежегодной 77-й научно-практической конференции ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», «Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу». – 2013. – С. 490-493.
9. Игропуло В.С., Яновский А.А. Математическое моделирование некоторых ориентационных процессов на наноповierzностях // Обзорные прикладной и промышленной математики. – 2008. – Т. 15, № 3. – С. 484-485.

10. Литвин Д.Б., Яновский А.А., Донец З.Г. Интерполяция и аппроксимация данных в matlab: сборник «Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона». – 2013. – С. 97-99.

11. Яновский А.А., Симоновский А.Я., Холопов В.Л. Влияние магнитного поля на процессы парообразования в кипящей магнитной жидкости // Фундаментальные исследования. – 2013. – №8(2). – С. 332-337.

12. Яновский А.А. Тепло- и массоперенос при кипении магнитной жидкости на неограниченной поверхности с точечным подводом тепла // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2011. – №4(3). – С. 1289-1290.

13. Симоновский А.Я., Яновский А.А. Влияние однородного магнитного поля на теплообмен при кипении магнитной жидкости на неограниченной поверхности // Наука. Инновации. Технологии. – 2011. – №6-1. – С. 272-278.

14. Гулай Т.А. Рабочая тетрадь «математическая логика и теория алгоритмов»: учебное пособие / Гулай Т.А., Мелешко С.В., Невидомская И.А., Яновский А.А. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8-2. – С. 169.

15. Симоновский А.Я., Родина Е.В., Цыплакова О.Н., Донец З.Г. Теплообмен в магнитной жидкости, кипящей на горизонтальной поверхности в однородном магнитном поле: сборник «Аграрная наука, творчество, рост». – 2014. – С. 361-364.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ В СФЕРЕ КРЕДИТОВАНИЯ

Арзамасцева В.А., Головки Е.С., Мелешко С.В.

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, e-mail: dolgoplova.a@mail.ru

Сейчас для решения многих задач в экономической сфере и сфере финансов применяют всевозможные методы математики и статистики, которые основываются на основных понятиях и законах теории вероятностей. В условиях современной экономической ситуации теория вероятностей становится неотъемлемой частью в образовании высоко квалифицированных профессионалов в области экономики и финансов.

Теория вероятностей является главной среди математических наук, которая изучает законы, управляющие случайными величинами.

В России интерес к теории вероятностей возник в первой половине XIX в. Существенный вклад в развитие этой науки внесли русские ученые: П.Л. Чебышев, А.А. Марков, А.М. Ляпунов.

Теория вероятностей – это наука, изучающая использование специфических методов для решения задач, которые возникают при рассмотрении случайных величин. Она раскрывает закономерности, которые относятся к массовым явлениям. Эти методы не могут предсказать исход случайного явления, но могут предсказать суммарный результат. Следовательно, если мы изучим законы, которые управляют случайными событиями, то сможем при необходимости изменить ход этих событий.

Одной из главных сфер применения теории вероятностей является экономика. Планирование, исследование и прогнозирование экономических явлений невозможны без построения экономико-математических моделей, которые опираются на теорию вероятностей.

Коммерческие банки в данный момент располагают широким охватом операций денежно-кредитного характера, но их главное направление – выдача кредитов. Сейчас у банков появляется серьезная опасность – кредитный риск. Он зависит от вероятности исполнения заемщиком всех обязательств соглашения по объемам и срокам. Величина вероятности определяется способностью заемщика погашать кредитные обязательства.

Например, человек, который взял кредит, должен его вернуть. Он делает это долями, а также платит определенный процент за пользование кредитом. Че-

рез оговоренный промежуток времени заемщик возвращает всю сумму, которую он брал в кредит и плату за его использование. Но существуют обстоятельства, при которых некоторые люди не могут выполнить все условия договора. В этом случае, банк с помощью судебного иска может наложить взыскание и компенсировать потери. Однако, банки главной задачей ставят выдачу кредитов и извлечение из этого прибыли, а не наложение штрафов. Поэтому для банков будет разумнее выдавать кредиты не в любом случае, а когда он может быть уверен, что ссуда будет возвращена точно в срок и с процентами.

Возникает случайная величина – возвращен кредит или нет. Для определения надежен ли кредитующий, или нет, банковская организация анализирует общую характеристику, личные доходы, собственный капитал, экономическую ситуацию в целом. Сюда так же можно отнести кредитовую историю заемщика, процент людей, возвративших денежные средства в установленный срок того социального статуса, к которому относится заемщик и тому подобное. Анализ производится методами теории вероятностей и математической статистики, то есть вычисление вероятности, вычисление среднего, дисперсии и т.д.

Несмотря на это банк, как и любая коммерческая организация, своей главной задачей ставит получение прибыли, а не компенсацию, полученную с людей, не сумевших выплатить кредит, поэтому любой банковской структуре выгоднее выдавать кредиты лишь в тех ситуациях, когда существуют определенные гарантии выплаты всей кредитованной суммы.

Следовательно, появляясь величина, являющаяся случайной, и характеризующая сможет ли человек погасить кредит? Для определения категории граждан, кому выдавать кредит, а кому нет, кредитная организация рассматривает и проверяет статистику. Анализируют процентное соотношение своевременно вернувших кредитов и всю кредиторскую историю в целом. Методами и способами математической статистики и теории вероятностей происходит анализ и оценка.

Рассмотрим задачу на определение кредитной ставки.

Кредитная организация N выдает кредит 1000000 рублей, на 365 дней (1 год). Вероятность не погашения ссуды 1%. Какой размер процентной ставки необходимо установить, чтобы получить прибыль?

Процентную ставку обозначим p (100%). Доход кредитной организации – случайной величиной, потому что заемщику необходимо вернуть кредит вместе с процентами, при этом он может его не вернуть. Составим закон распределения:

p	-1
0,99	0,01

P – это ситуации возвращения кредита с процентами, так что банк получает прибыль p млн руб. Вероятность возвращения 99%. 1% невозврата, когда банк теряет 1000000 рублей, обозначаем как доход равный -1. Найдем математическое ожидание: $0,99p - 0,01$ (при выдаче большого количества кредитов математическое ожидание равно среднему). Тогда, решив неравенство $0,99p - 0,01 > 0$, мы приходим к тому, что, $p > 1/99$ следовательно, ставка процента по кредиту должна быть выше чем 1% (100/99).

Главной опасностью при выдаче кредита является вероятность того, что заемщик не сможет своевременно погасить свои обязательства, или вернуть их не в полном размере, или не вернуть полностью.

Ликвидный и процентный риск зависят от кредитного. Это объясняется, прежде всего, тем, что главной причиной упадка и кризиса ликвидности является чрезвычайно высокий уровень кредитного риска, который проявляется в том, что большие суммы кредитов не погашаются. Договоры о ссудах не обеспечивают больших доходов, поскольку заемщики не возвращают больше, чем указано в договоре, зачастую кредитующие возвращают меньше, чем было зафиксировано в договоре. Частично возвращенная сумма или долг при погашении ведут к уменьшению дохода банка и кредитному риску.

Рассмотрим еще одну ситуацию.

Пусть банковская организация Q привлекла сумму объемом 60 ден. ед., сроком хранения 0,2 года (73 дня), ставка процента годовых – 30% и внес в полном размере в кредит сроком погашения 0,2 года и процентной ставкой 50% годовых. Чистый доход, который получит банк за 73 дня (0,2 года) при совершении этой депозитно-кредитной операции и при кредитном риске равном 0, получится:

$$0.2(0.5 \cdot 60 - 0.3 \cdot 60) = 2.4 \text{ ден. ед.}$$

Предположим – вероятность не погашения кредита 20%, тогда сумма прибыли, с учетом возникшего кредитного риска составит:

$$0.2((1 - 0.2)0.5 \cdot 60 - 0.3 \cdot 60) = 1.2 \text{ ден. ед.}$$

Из полученных вычислений следует вывод, что при уровне кредитного риска 20% доход снижается. Поэтому для возмещения убытка в прибыли, банковской организации необходимо повысить кредитную ставку процента.

Банк по своей сущности считается одним из важнейших и надежнейших институтов в мире, являющимся основой стабильной и развитой системы экономики.

В настоящее время существует беспокойная экономическая и правовая среда банковского института, при которой банкам необходимо не только сохранять, но и увеличивать вложенные суммы вкладчиков самим из-за не имения государственных субсидий и поддержки.

Кредитные операции – фундамент банковской системы. Именно они становятся главной составляющей банковской прибыли.

В современных условиях рыночной экономики, в ситуации связанной с экономическими рисками максимальной прибыль получает умеющий рассчитать, заметить и распознать кредитные риски, спрогнозировать их и минимизировать. Это главная причина успешности банка в кредитно-денежной политике. Если банк, анализирует все статистические денежные характеристики клиента, способен не только охарактеризовать кредитоплатежность фирмы, но и помочь в активизации резервов бизнеса и как следствие, стать более надежным заемщиком.

Список литературы

1. Бондаренко В.А., Цыплакова О.Н., Родина Е.В. Использование компьютерных математических систем в обучении математик: сборник «Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона». – 2013. – С. 46-50.
2. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б., Донец З.Г. Экономико-математическое моделирование факторов экономического анализа посредством метода линейного программирования: сборник «Аграрная наука, творчество, рост». – Ставрополь, 2014. – С. 329-332.
3. Коннова Д.А., Леликова Е.И., Мелешко С.В. Взаимодействие математики с экономикой // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 159-161.
4. Мамаев И.И., Бондаренко В.А., Шибав В.П. Теория вероятностей и математическая статистика в аграрном вузе: сборник научных трудов «Финансово-экономические проблемы развития региона и учетно-аналитические аспекты функционирования предпринимательских структур» по материалам Ежегодной 77-й научно-практической конференции ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», «Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу». – 2013. – С. 478-482.

5. Мелешко С.В., Невидомская И.А., Донец З.Г. Организация самостоятельной работы студентов при решении задач теории вероятностей: сборник научных трудов «Финансово-экономические проблемы развития региона и учетно-аналитические аспекты функционирования предпринимательских структур» по материалам Ежегодной 77-й научно-практической конференции ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет» «Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу». – 2013. – С. 486-489.

6. Морозова О.В., Долгополова А.Ф., Тынянко Н.Н., Долгих Е.В., Крон Р.В., Попова С.В., Смирнова Н.Б., Демчук А.А. Математическая статистика для экономических специальностей на базе EXCEL (практикум) // Международный журнал экспериментального образования. – 2009. – №54. – С. 21.

ОБ ЭВОЛЮЦИИ МАТЕМАТИКИ И ЕЁ ИНТЕГРАЦИИ В СОВРЕМЕННОЕ ОБЩЕСТВО

Атоян Д.Н., Жуковина А.М.

*Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru*

Каждый новый шаг в развитии какой-либо науки сопровождается открытием новых способностей человека, поскольку любая наука имеет свою историю развития и, конечно же, она связана с будущим человечества. Так, например, некогда появившаяся наука экспериментального естествознания позволила человечеству успешно следить за системами в мореплавании, также использовать новые знания в кораблестроении, промышленности и гидротехники. В данной статье нами рассматривается одна из древних наук – математика, являющаяся одной из самых главных наук, требующих точности.

Во все времена математика была незаменимым инструментом для прогнозирования и возможного уменьшения последствий катастроф в будущем. Также без столь четкой науки нельзя построить машины и механизмы, даже великие художники и скульпторы при создании своих работ использовали математические расчёты.

Математика, как и другие, немало важные науки развивалась в разные периоды. Первое упоминание о математике появилось ещё в каменном веке до нашей эры. Наскальный рисунок из 35 палочек изображал число 35. Самой древней математической деятельностью был счёт. Люди использовали его для счёта скота, предметов. Затем стали появляться такие действия как сложение, вычитание, деление, умножение.

Дальнейшее развитие математики началось 3000 лет до нашей эры (тогда арифметика использовалась для расчёта денег за товары). Потом стали появляться более сложные задачи для расчёта чертежей, которые использовали при постройке зданий, каналов и других сооружений. Египтяне использовали математику для вычисления площадей посева, веса тела, количества камней, которые требовались для постройки пирамид и других сооружений.

Примерно в XI веке до нашей эры, племя Майя, жившие в Центральной Америке, хоть и не оказали большого влияния на развитие математики своими достижениями, всё же они заслуживают внимания. Майя, первыми использовали специальный символ для обозначения нуля в своей двадцатеричной системе счисления. У них были две системы счисления: в одной применялись иероглифы, а в другой, более распространённой, точка обозначала единицу, горизонтальная черта – число 5. Позиционные обозначения начинались с числа 20, а числа записывались по вертикали сверху вниз.

С точки зрения современных ученых родоначальниками математики стали греки классического периода (XIX-XI века до нашей эры): Платон, Архимед (использовал геометрические соображения для доказа-

тельства теорем механики), Евдокс, Птолемей, Аристотель, Фалес Милетский (изобрёл дедуктивную математику и использовал дедукцию при работе с геометрией); также огромный вклад в развитие математики внесли Пифагорейцы.

Современная же математика зародилась в Западной Европе в XVI веке и ознаменовалась важными достижениями в арифметике и алгебре. Так, например, итальянские математики Н. Тарталья, С. Даль Ферро, Л. Феррари, Д. Кардано нашли общие решения уравнений третьей и четвертой степеней. Также большой вклад в развитие современной математики внесли Альберт Эйнштейн, Георг Кантор, Николай Лобачевский.

В общем, развитие математики можно разделить на два периода: первый период был до открытия дифференциального и интегрального исчисления Ньютоном и Лейбницем.

Главным достижением этих учёных было установление связи между второй и третьей задачами. Методы, разработанные Ньютоном и его сотрудником Лейбницем, позволили решать практические задачи, которые стоят перед инженерами и учёными разных специальностей. Эти методы существенно изменились по сравнению с первоначально разработанными, поэтому позднее этот раздел математики стали называть “высшей математикой”.

Второй период составляет последующее развитие математики, в котором появились новые области математических исследований.

В дальнейшем многие великие учёные стали высказывать своё мнение о математике. Так, например, великий советский математик А.Н. Колмогоров сказал: “Математика – наука о количественных отношениях и пространственных формах действительного мира”. Датский физик Н. Бор говорил: “Математика – это нечто значительно большее, чем наука, поскольку она является языком науки”.

Суждения о математике пронизаны различными соображениями. Эти суждения затрагивают все стороны математики и её будущее. Некоторые математики прогнозировали дальнейшее развитие этой науки, но даже если эти учёные признавались талантливыми, они воспринимались в штыки, так как свою эпоху они проживали на периферии математики (Н.И. Лобачевский, Ч.С. Пирс и другие). Так, например, А. Васильев (1880-1940), попал в поле зрения исследователей только в 60-е годы. Но чаще всего непрофессионалы, высказывающие свои прогностические идеи, игнорировались или высмеивались.

Математика неразрывно связана с прошлым, настоящим и будущим, историческими возможностями и методами обработки данных. С помощью математики люди добывают и контролируют информацию, без которой жизнь в современном мире будет затруднительна.

Возможное будущее пытаются прогнозировать с помощью математических моделей. Чтобы спрогнозировать будущее применяют различные операции, направленные на конкретные результаты. Но человек может совершить ошибку, тем самым навредив человечеству, например, построив атомные реакторы, человек рискует спровоцировать неблагоприятные события для человечества. Ошибившись хоть раз в математических расчётах, предназначенных для постройки важных сооружений, человек может нанести непоправимый вред окружающей среде.

Таким образом, математика – это инструмент, созданный и используемый человеком. Роль математики очень велика, а в последнее время она увеличилась ещё больше, так как она представляет собой всеоб-

щее и абстрактное знание. Математика в принципе может и должна использоваться во всех отраслях науки. Говоря о предмете и функциях математики, очевидно, что в современной науке всё более ощутимой становится интегрирующая роль математики, поскольку она является всеобщей научной дисциплиной. Функции математики в равной мере являются функциями гуманитарными, поскольку направлены на совершенствования материальной и духовной сфер человеческого бытия.

Математика, которая раньше использовалась в физике, механике, сейчас начинает активно вторгаться в экономику, экологию и т.д. Как ни странно, но интерес к математике среди студентов активно растёт. Студенты стремятся внедрить новые идеи в эту науку и понять особенности математических методов. Однако существующая организация общества существенно снижает эффективность воздействия математики на деятельность общества с целью устойчивого обеспечения жизнедеятельности человечества в будущем.

Список литературы

1. Бондаренко В.А., Мамаев И.И. Экономико-математическое моделирование: сущность и этапы // Учетно-аналитические и финансово-экономические проблемы развития региона. – 2012. – С. 277-280.
2. Бондаренко В.А., Мамаев И.И., Сахнюк П.А., Сахнюк Т.И. Алгоритм векторного метода в решении задач по охране природы и экологическим мероприятиям // Экономические, инновационные и информационные проблемы развития региона: материалы Международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 48-52.
3. Бондаренко В.А., Мамаев И.И., Сахнюк П.А., Сахнюк Т.И. Математическая модель расстановки игроков в баскетбольной команде // Экономические, инновационные и информационные проблемы развития региона: материалы Международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 69-74.
4. Бондаренко В.А., Мамаев И.И., Сахнюк П.А., Сахнюк Т.И. Модели математического анализа в решении задач природоохранной деятельности // Экономические, инновационные и НИИ задач информационные проблемы развития региона: материалы Международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 65-69.
5. Бондаренко В.А., Мамаев И.И., Сахнюк П.А., Сахнюк Т.И. Решение задач планирования посевов с использованием теории игр // Экономические, инновационные и информационные проблемы развития региона: материалы Международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 56-62.
6. Бондаренко В.А., Поликарпова А.А. Применение предельных величин в экономике // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 142-143.
7. Бондаренко В.А., Ханларов С.Т. Применение определенного интеграла в геометрических и физических задачах // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 143-146.
8. Долгополова А.Ф., Гулай Т.А., Литвин Д.Б., Мелешко С.В. Теория вероятностей и математическая статистика // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 11. – С. 51-52.
9. Крон Р.В., Попова С.В., Долгих Е.В., Смирнова Н.Б. Математика: учебное пособие // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 11-1. – С. 114-115.
10. Манастырная Е.С., Невидомская И.А. Теория вероятностей как теоретическая основа математической статистики // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 165-166.
11. Мелешко С.В., Невидомская И.А., Донец З.Г. Организация самостоятельной работы студентов при изучении комбинаторики // Учетно-аналитические и финансово-экономические проблемы развития региона. – 2012. – С. 289-292.
12. Невидомская И.А., Копылова Е.П., Сотникова Ю.Д., Нивинская С.И. Применение дискретной математики при решении задач экономического содержания. – 2014. – № 5-2. – С. 169-171.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТРИЦ В ЭКОНОМИКЕ

Ахмедханова А.И., Кожемякина В.А., Мамаев И.И.

Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Одним из основных методов решения экономических задач является матричный метод. На данный момент особенно актуально использование матриц для создания баз данных, ведь вся информация обрабатывается и хранится в матричной форме.

Матрица – это прямоугольная таблица, представляющая собой совокупность строк и столбцов. Раз-

мерностью матрицы называется величина $m \times n$, где m – число строк, n – число столбцов.

Впервые матрица появилась в Древнем Китае и носила название «волшебный квадрат». Чуть позже она стала известна и арабским математикам. В конце XVII века швейцарский ученый Габриэль Крамер разработал свою теорию, а в 1751 году опубликовал один из методов решения систем линейных уравнений «правило Крамера». Также в этот период был создан «метод Гаусса». Огромный вклад в развитие теории матриц в середине XIX внесли такие известные ученые как Уильям Гамильтон и Артур Кэли. Наряду с ними развивали данную теорию немецкие математики Карл Вейерштрасс и Фердинанд Георг Фробениус, а также, французский математик Мари Энмон Камиль Жордан. В 1850 году Джеймс Сильвестр ввел современное понятие матрицы.

Таким образом, в математике появился раздел, который называется матричной алгеброй. Матричная алгебра имеет очень важное значение в экономике. Обуславливается это тем, что матричный метод позволяет в достаточно простой и понятной форме записывать различные экономические процессы и объекты. Одним из примеров может послужить таблица распределения ресурсов по различным отраслям (табл. 1).

Таблица 1

Распределение ресурсов

Ресурсы	Отрасли экономики		
	Промышленность	Сельское хозяйство	Торговля
Трудовые ресурсы	4,8	6,7	7,1
Водные ресурсы	3,1	2,5	5,8
Электроэнергия	5,6	4,3	3,4

Данная таблица может быть записана в виде матрицы:

$$A = \begin{pmatrix} 4,8 & 6,7 & 7,1 \\ 3,1 & 2,5 & 5,8 \\ 5,6 & 4,3 & 3,4 \end{pmatrix}$$

Так, например, элемент матрицы $a_{22} = 2,5$ показывает, сколько водных ресурсов потребляет сельское хозяйство, а элемент матрицы $a_{13} = 7,1$ показывает, сколько трудовых ресурсов потребляет торговля.

Другим примером может служить следующая задача:

предприятие выпускает три вида продукции C_1, C_2, C_3 и на производство данной продукции использует два вида сырья K_1, K_2 :

$$A = \begin{pmatrix} 4 & 3 \\ 2 & 6 \\ 1 & 5 \end{pmatrix}$$

где каждый элемент a_{ij} показывает, сколько сырья j -того типа может быть израсходовано на производство продукции i -того типа. Стоимость каждого типа сырья задана матрицей-столбцом

$$C = \begin{pmatrix} 60 \\ 40 \end{pmatrix},$$

а план выпуска продукции задан матрицей-строкой $B = (90 \ 130 \ 50)$.

Таким образом, мы получим: затраты на сырьё
 $K_1 = 4 \times 90 + 2 \times 130 + 1 \times 50 = 670$ (единиц),
 а стоимость второго сырья

$$K_2 = 3 \times 90 + 6 \times 130 + 5 \times 50 = 1300 \text{ (единиц).}$$

Следовательно, общая стоимость сырья

$P = 670 \times 60 + 1300 \times 40 = 92200$ может быть записана в виде матрицы: $P = K \times C = (BA)C = 92200$.

Отметим, что общую стоимость сырья P можно вычислить и в ином порядке: для начала, вычислим матрицу Z стоимостей затрат сырья:

$$Z = A \times C = \begin{pmatrix} 4 & 3 \\ 2 & 6 \\ 1 & 5 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 60 \\ 40 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 360 \\ 360 \\ 260 \end{pmatrix}$$

Общая стоимость сырья равна:

$$P = B \times Z = (90 \ 130 \ 50) \times \begin{pmatrix} 360 \\ 360 \\ 260 \end{pmatrix} = 92200$$

Одинаковость данных результатов (92200) получена благодаря выполнению ассоциативного закона произведения матриц: $(BA)C = B(AC)$

Далее рассмотрим задачу:

В таблице 2 приведены данные о производительности 5 предприятий, которые выпускают 4 вида продукции с потреблением 3-х видов сырья, так же длительность работы всех предприятий в году и цена каждого вида сырья.

на количество рабочих дней в году для данного предприятия ($i = 1, 2, 3, 4, 5$). Следовательно, годовую производительность каждого предприятия по каждому из изделий можно представить в виде матрицы:

$$C_1 = \begin{pmatrix} 1050 & 960 & 720 & 910 & 1200 \\ 210 & 480 & 900 & 520 & 150 \\ 1890 & 2560 & 180 & 650 & 1050 \\ 840 & 1760 & 1440 & 780 & 750 \end{pmatrix}$$

Матрица затрат сырья на единицу изделия (данные показатели по условию являются одинаковыми для всех предприятий) имеет следующий вид:

$$D = \begin{pmatrix} 3 & 4 & 5 & 6 \\ 4 & 6 & 5 & 9 \\ 5 & 7 & 6 & 7 \end{pmatrix}$$

Расход по типам сырья на предприятиях можно описать при помощи произведения матрицы D на матрицу C :

$$DC = \begin{pmatrix} 88 & 176 & 85 & 98 & 93 \\ 107 & 221 & 123 & 131 & 118 \\ 114 & 224 & 117 & 135 & 124 \end{pmatrix}$$

где j -я строка соответствует номеру типа сырья, а i -й столбец – номеру предприятия согласно таблице ($j = 1, 2, 3; i = 1, 2, 3, 4, 5$).

Таблица 2

Вид изделия №	Производительность данных предприятий					Затраты видов сырья изделия		
	1	2	3	4	5	1	2	3
1	5	6	4	7	8	2	4	5
2	1	3	5	4	1	3	6	7
3	9	16	1	5	7	4	5	6
4	4	11	8	6	5	5	9	7
	Количество полных рабочих дней в году					Цена различных видов сырья		
	1	2	3	4	5	1	2	3
	210	160	180	130	150	50	60	70

Необходимо определить:

1) Производительность каждого предприятия по каждому типу изделий;

2) Потребность каждого предприятия по каждому типу сырья;

3) Сумму кредитования предприятий для закупки сырья, которое необходимо для выпуска продукции указанных видов и количеств.

Решение задачи: составим матрицы, которые характеризуют весь экономический спектр производства. Построим матрицу производительности предприятий по всем типам продукции:

$$C = \begin{pmatrix} 5 & 6 & 4 & 7 & 8 \\ 1 & 3 & 5 & 4 & 1 \\ 9 & 16 & 1 & 5 & 7 \\ 4 & 11 & 8 & 6 & 5 \end{pmatrix}$$

Каждый столбец данной матрицы соответствует производительности по каждому виду продукции. Исходя из этого, годовую производительность i -го предприятия по каждому виду продукции можно получить благодаря умножению i -го столбца матрицы C

На второй вопрос задачи ответ можно получить аналогично, умножив столбцы матрицы DC на соответствующее количество рабочих дней в году – это годовая потребность предприятий в каждом типе сырья:

$$D C_1 = \begin{pmatrix} 18480 & 28160 & 15300 & 12740 & 13950 \\ 22470 & 35360 & 22140 & 17030 & 17700 \\ 23940 & 35840 & 21060 & 17550 & 18600 \end{pmatrix}$$

Введем вектор стоимости сырья: $\vec{q} = (50, 60, 70)$

Тогда стоимость годового запаса сырья для каждого предприятия получим путем умножения вектора \vec{q} на матрицу $D C_1$:

$$\vec{Q} = \vec{q} D C_1 = (3948000 \ 6038400 \ 3567600 \ 2887300 \ 3061500)$$

Исходя из этого, суммы кредитования предприятий для закупки сырья определяются соответствующими компонентами вектора \vec{Q} .

Из вышеизложенного следует, что матрицы имеют ряд достоинств: позволяют в достаточно простой и понятной форме записывать различные экономиче-

ские процессы и закономерности, дают возможность решать сложные задачи. Также с помощью матриц можно с минимальным количеством затрат труда и времени обработать большой статистический материал, различные данные, которые характеризуют структуру и особенности социально-экономического комплекса.

Список литературы

1. Красс М.С. Математика в экономике. – М.: ФБК-ПРЕСС, 2005. – 472 с.
2. Мамаев И.И., Бондаренко В.А. Экономические задачи на составление систем линейных алгебраических уравнений // Финансово-экономические и учетно-аналитические проблемы развития регионов: материалы ежегодной 78-й научно-практической конференции Ставропольского ГАУ «Аграрная наука Северо-Кавказскому федеральному округу». Секция «Финансово-экономические и учетно-аналитические проблемы развития региона, г. Ставрополь, 16 апреля 2014г. – Ставрополь: ООО «Альфа Принт», 2014. – С. 251-255.
3. Бондаренко В.А., Мамаев И.И., Сахнюк П.А., Сахнюк Т.И. Опыт использования математических моделей современных экономических исследований в учебном процессе // Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона. – Ставрополь, 2013. – С. 233-236.
4. Бондаренко В.А., Мамаев И.И., Сахнюк П.А., Сахнюк Т.И. Модель совершенствования мотивации обучения студентов экономических специальностей в учебном процессе // Информационные системы и технологии как фактор в развитии экономики региона: сборник материалов Международной научно-практической конференции / СтГАУ. – Ставрополь: Бюро Новостей, СтГАУ, 2013. – С. 225-228.
5. Мамаев И.И., Бондаренко В.А. Моделирование экономических процессов с использованием методов линейной алгебры // Аграрная наука, творчество, рост: сборник научных трудов по материалам Международно-практической конференции. – Ставрополь: СтГАУ, 2013. – С. 268-271.
6. Мамаев И.И., Долгополова А.Ф. Профессиональная направленность в обучении студентов математическим дисциплинам // Аграрная наука, творчество, рост. – 2013. – С. 278-280.
7. Цысь Ю.В., Долгополова А.Ф. Элементы линейной алгебры и их применение при решении экономических задач // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – №6. – С. 91-93.

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ В МЕТОДЕ КОНТУРНЫХ ТОКОВ

Гайчук В.Д.

Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Одной из возможных областей применения средств линейной алгебры является раздел электротехники, занимающийся расчетами контурных токов в цепи. Для решения задач электротехники используется матричное уравнение контурных токов, системы линейных уравнений, определители. Рассмотрим применение этого аппарата более подробно.

В методе контурных токов принято считать, что в каждом независимом контуре схемы течет свой контурный ток. Уравнения составляются относительно контурных токов. После нахождения решений уравнений определяют токи ветвей через контурные токи.

Следовательно, метод контурных токов можно определить как метод расчета, в котором за неизвестные принимаются контурные токи.

Контурные токи – это условные, расчетные токи. Обозначим их двойными индексами: I_{11} , I_{22} , I_{33} . Число переменных в этом методе равно числу независимых контуров, то есть числу уравнений, составляемых по второму закону Кирхгофа.

В этом случае задача расчета токов разделяется на две части:

- 1) рассчитываются контурные токи I_{11} , I_{22} , I_{33} .
- 2) рассчитываются реальные токи.

Для лучшего понимания зададим условие конкретной схемы (см. рис. 1)

Для данной схемы известны следующие значения: $E_1 = 8В$, $E_2 = 12В$, $E_3 = 19В$, $R_1 = 9Ом$, $R_2 = 20Ом$, $R_3 = 12Ом$, $R_4 = 19Ом$, $R_5 = 14Ом$, $R_6 = 10Ом$.

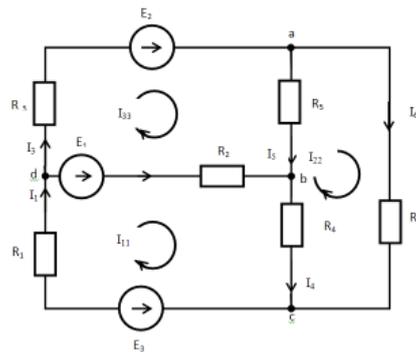


Рис. 1. Схема электрической цепи

В процессе решения задачи электротехники привлекаются математические способы записи условий и алгоритмы, позволяющие найти математическое решение поставленной задачи, в частности, системы линейных алгебраических уравнений, матрицы, определители.

Матрицы применяются для компактной записи систем линейных алгебраических или дифференциальных уравнений. В этом случае количество строк матрицы соответствует числу уравнений, а количество столбцов – количеству неизвестных. В результате решение систем линейных уравнений сводится к операциям над матрицами.

Переведём поставленную задачу расчёта контурных токов на язык математики, учитывая порядок расчёта токов:

- а) выберем независимые контуры $dabd$, $acba$, $abcd$;
- б) выберем направления контурных токов (по часовой стрелке);
- в) выберем направления обхода контуров (по часовой стрелке);
- г) составим для каждого контура уравнение по второму закону Кирхгофа, учитывая, что через сопротивления, входящие в два соседних контура проходят два контурных тока.

Рассмотрим схему электрической цепи, представленной на рисунке 1. Направления обхода контуров показаны стрелками и обозначены I_{11} , I_{22} , I_{33} . По второму закону Кирхгофа уравнения для этих контуров примут следующий вид (1):

$$\begin{cases} I_{11}(R_1 + R_2 + R_4) - I_{22} \cdot R_4 - I_{33} \cdot R_2 = E_2 - E_1, \\ I_{22}(R_4 + R_5 + R_6) - I_{11} \cdot R_4 - I_{33} \cdot R_5 = 0, \\ I_{33}(R_3 + R_5 + R_2) - I_{11} \cdot R_2 - I_{22} \cdot R_5 = E_2 - E_3. \end{cases}$$

Арифметическая сумма сопротивлений, входящих в каждый выбранный контур, будет *собственным контурным* сопротивлением R_{kk} (с двойным индексом номера контура) и определяется по формулам:

$$R_{11} = R_1 + R_2 + R_4,$$

$$R_{22} = R_4 + R_5 + R_6,$$

$$R_{33} = R_3 + R_5 + R_2.$$

Сопротивления, входящие в два соседних контура, будут *общими сопротивлениями контура*. Например, сопротивление R_4 является общим между первым и вторым контурами, обозначим его также двойным индексом – по номерам контуров.

$$\text{Например, } R_4 = R_{12} = R_{21}.$$

Алгебраическая сумма ЭДС, входящих в данный контур, будет *контурной ЭДС*, её также обозначим двойными индексами:

$E_{11} = E_2 - E_1$ – контурная ЭДС первого контура;

$E_{22} = 0$ – контурная ЭДС второго контура;

$E_{33} = E_2 - E_3$ – контурная ЭДС третьего контура.

Учитывая все выше перечисленные факты и обозначения, запишем систему уравнений (1) в другом виде. Для решения получаем новую компактную систему с определенным размещением слагаемых с токами I_{11}, I_{22}, I_{33} в виде соотношения (2):

$$\left. \begin{aligned} I_{11} \cdot R_{11} - I_{22} \cdot R_4 - I_{33} \cdot R_2 &= E_{11} \\ -I_{11} \cdot R_4 + I_{22} \cdot R_{22} - I_{33} \cdot R_5 &= E_{22} \\ -I_{11} \cdot R_2 - I_{22} \cdot R_5 + I_{33} \cdot R_{33} &= E_{33} \end{aligned} \right\} (2)$$

Введём обозначения:

$$A = \begin{pmatrix} +R_{11} - R_4 - R_2 \\ -R_4 + R_{22} - R_5 \\ -R_2 - R_5 + R_{33} \end{pmatrix} - \text{матрица коэффициентов при переменных } I_{11}, I_{22}, I_{33},$$

$$X = \begin{pmatrix} I_{11} \\ I_{22} \\ I_{33} \end{pmatrix} - \text{матрица-столбец переменных } I_{11}, I_{22}, I_{33},$$

$$B = \begin{pmatrix} E_{11} \\ E_{22} \\ E_{33} \end{pmatrix} - \text{матрица-столбец свободных членов,}$$

то составленная система примет классический вид матричного уравнения $A \cdot X = B$.

В дальнейшем будем решать полученную систему с помощью определителей.

Общее решение системы из трех уравнений относительно тока I_{kk} имеет вид:

$$I_{kk} = E_{11} \cdot \frac{\Delta_{k1}}{\Delta} + E_{22} \cdot \frac{\Delta_{k2}}{\Delta} + E_{33} \cdot \frac{\Delta_{k3}}{\Delta},$$

где Δ – главный определитель системы уравнений (2);

Δ_{kp} – алгебраические дополнения, получаемые из определителя Δ посредством вычеркивания k -й строки и p -го столбца и умножения полученного определителя на знак $(-1)^{k+p}$.

Далее вычислим главный определитель системы (2) и дополнения к нему:

$$\Delta = \begin{vmatrix} +R_{11} - R_4 - R_2 & & \\ -R_4 + R_{22} - R_5 & & \\ -R_2 - R_5 + R_{33} & & \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 48 & -19 & -20 \\ -19 & 43 & -14 \\ -20 & -14 & 46 \end{vmatrix} = 41090;$$

$$\Delta_{11} = \begin{vmatrix} +R_{22} - R_5 & \\ -R_5 + R_{33} & \end{vmatrix} \cdot (-1)^{1+1} = \begin{vmatrix} 43 & -14 \\ -14 & 46 \end{vmatrix} = 1782;$$

$$\Delta_{12} = \begin{vmatrix} -R_4 - R_5 & \\ -R_2 + R_{33} & \end{vmatrix} \cdot (-1)^{1+2} = - \begin{vmatrix} -19 & -14 \\ -20 & 46 \end{vmatrix} = 1154;$$

$$\Delta_{13} = \begin{vmatrix} -R_4 + R_{22} & \\ -R_2 - R_5 & \end{vmatrix} \cdot (-1)^{1+3} = \begin{vmatrix} -19 & 43 \\ -20 & -14 \end{vmatrix} = 1126;$$

$$\Delta_{22} = \begin{vmatrix} R_{11} & -R_2 \\ -R_2 & R_{33} \end{vmatrix} \cdot (-1)^{2+2} = \begin{vmatrix} 48 & -20 \\ -20 & 46 \end{vmatrix} = 1808;$$

$$\Delta_{23} = \begin{vmatrix} R_{11} & -R_4 \\ -R_2 & R_5 \end{vmatrix} \cdot (-1)^{2+3} = - \begin{vmatrix} 48 & -19 \\ -20 & -14 \end{vmatrix} = 1052;$$

И т.д.

В определитель системы уравнений со знаком (+) войдут только собственные сопротивления R_{11}, R_{22}, R_{33} , остальные члены все отрицательные.

Если провести из левого верхнего угла определителя диагональ в нижний правый угол и учесть что $R_{12} = R_{21}$ и вообще $R_{km} = R_{mk}$, то можно убедиться, что определитель главной диагональю делится на две половины, являющиеся зеркальным изображением одна другой, то есть является симметричным. Тогда в силу симметрии будут равны и дополнения с индексами

$$\Delta_{km} = \Delta_{mk} \quad (3)$$

Используя выражение (3), получим:

$$\Delta_{12} = \Delta_{21} = 1154; \Delta_{13} = \Delta_{31} = 1126; \Delta_{32} = \Delta_{23} = 1052. (4)$$

Используя значения (4), запишем выражения для контурных токов:

$$I_{11} = E_{11} \cdot \frac{\Delta_{11}}{\Delta} + E_{22} \cdot \frac{\Delta_{12}}{\Delta} + E_{33} \cdot \frac{\Delta_{13}}{\Delta} = -0,67603;$$

$$I_{22} = E_{11} \cdot \frac{\Delta_{21}}{\Delta} + E_{22} \cdot \frac{\Delta_{22}}{\Delta} + E_{33} \cdot \frac{\Delta_{23}}{\Delta} = -0,68133;$$

$$I_{33} = E_{11} \cdot \frac{\Delta_{31}}{\Delta} + E_{22} \cdot \frac{\Delta_{32}}{\Delta} + E_{33} \cdot \frac{\Delta_{33}}{\Delta} = -1,1752$$

Проанализировав схему на рисунке 1, определяем реальные токи во всех ветвях схемы:

$$I_1 = I_{11} = -0,67603;$$

$$I_2 = I_{11} - I_{33} = 0,49917;$$

$$I_3 = I_{33} = -1,1752;$$

$$I_4 = I_{11} - I_{22} = 0,00053;$$

$$I_5 = I_{33} - I_{22} = -0,49387;$$

$$I_6 = I_{22} = -0,681334.$$

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что математический аппарат теории матриц имеет широкий спектр применения. В частности, позволяет решать задачи анализа электрических цепей методом контурных токов. Использование матричного аппарата позволяет значительно упростить проводимые расчеты.

Список литературы

1. Агроинженерия (электронный учебно-методический комплекс) / Попова С.В., Смирнова Н.Б., Долгих Е.В., Крон Р.В. // Международный журнал экспериментального образования. – 2009. – № S4.
2. Комплект рабочих тетрадей по курсу высшей математики для инженерных специальностей / Попова С.В., Крон Р.В., Смирнова Н.Б., Долгих Е.В., Морозова О.В., Долгополова А.Ф., Тынянко Н.Н. // Международный журнал экспериментального образования. – 2009. – № S4. – С. 14-15.
3. Попова С.В., Смирнова Н.Б. О прикладной направленности математики в высшей школе // Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона: сб. научных статей по материалам Международной науч.-практ. конф. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского ГАУ, 2013. – С. 260-264.
4. Линейная алгебра: учебное пособие / Крон Р.В., Попова С.В., Долгих Е.В., Смирнова Н.Б. // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 11-1. – С. 115.
5. Математика: учебное пособие / Крон Р.В., Попова С.В., Долгих Е.В., Смирнова Н.Б. // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 11-1. – С. 114-115.
6. Немцова А.В., Попова С.В. Применение средств матричной алгебры для решения задач экономического содержания // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 171-172.
7. Бондаренко В.А., Мамаев И.И. Экономико-математическое моделирование: сущность и этапы // Учетно-аналитические и финансово-экономические проблемы развития региона: сб. трудов ежегодной 76-й научно-практической конференции Ставропольского государственного аграрного университета «Аграрная наука - Северо-Кавказскому региону». – Ставрополь, 2012. – С. 277-280.
8. Вахтина Е.А., Габриелян Ш.Ж. Электротехника и электроника. – Москва, Изд-во «Илекса», 2012.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ РАВНОВЕСИЯ СПРОСА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Галькова А.А., Невидомская И.А.

Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Прогнозирование спроса населения на ту или иную продукцию тесно связано с экономическими, социальными, демографическими и научно-техническими аспектами. Платежеспособный спрос населения может принимать разнообразные формы, описание которых происходит с помощью методов математического аппарата.

Например, изучения цен спроса и предложения на какую-либо продукцию или услугу происходит с помощью теории дифференциальных уравнений.

Под дифференциальным уравнением будем понимать уравнение, которое связывает независимую переменную x , неизвестную функцию y и ее производные до некоторого порядка n включительно. Порядком дифференциального уравнения является порядок наивысшей производной.

Одной из моделей, описывающей формирование равновесия и изучающей динамику спроса и предложения на основе теории дифференциальных уравнений, является паутинообразная модель.

Рассмотрим паутинообразную модель с запасами товаров, где от величины запаса зависит скорость изменения цены P . Таким образом: D – спрос, P – цена, S – предложение, равновесная цена и равновесный объем находятся из условия равенства спроса и предложения $D(P) = S(P)$. Учитывая, что спрос и предложение – линейные функции цены, а именно

$$D = \alpha + aP, S = \beta + bP$$

а λ – постоянная, выражающая скорость изменения P при изменении запасов товара, что определяется скоростью реакции, получим дифференциальное уравнение, описывающее процесс изменения цены:

$$\frac{\partial^2 P}{\partial t^2} + \lambda(b-a)P = \lambda(\alpha - \beta).$$

В качестве частного решения возьмем постоянную, которая представляет цену равновесия: $P = \bar{P} = (\alpha - \beta) / (b - a)$, тогда отклонение $p = P - \bar{P}$ удовлетворяет однородному уравнению

$$\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} + \lambda(b-a)p = 0$$

Следующим действием найдем общее значение уравнения. Обозначим в уравнении неизвестную/

$$\text{Заменим } \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} \text{ на } k^2.$$

Имеем характеристическое уравнение:

$$k^2 + \lambda(b-a) = 0.$$

Тогда выражение $\lambda(b-a)$ будет положительным при условии: $a < 0, b > 0, a \lambda > 0$.

Если $\omega = \sqrt{\lambda(b-a)}$, тогда характеристическое уравнение имеет корни $k_{1,2} = \pm i\omega$. Таким образом, общее решение уравнения будет иметь вид: $p = C \cos(\omega t - \varepsilon)$, где C и ε – произвольные постоянные, определяющиеся единственным образом, при заданных начальных условиях. Так, добавив \bar{P} , получаем искомый закон изменения цены во времени:

$$P = \bar{P} + C \cos(\omega t - \varepsilon).$$

Приведем пример. Будем предполагать, что производители зерна определяют предложение S товара в текущем периоде на основе цены p , которая была установлена в предшествующий период. Спрос d на товар изменяется в зависимости от цены в данном периоде.

Таким образом, можно говорить о запаздывании предложения от цены, так как решение об объеме производства принимается с учетом текущих цен, а производственный цикл имеет определенную продолжительность. В связи с этим, предложение, соответствующее данному решению, появится на рынке по окончании этого цикла.

Если спрос и предложения линейно зависят от p , то динамика цены описывается следующими уравнениями:

$$\begin{cases} S(t) = a \cdot p(t-1) + b \\ d(t) = -m \cdot p(t) + n \end{cases},$$

которые описывают колебательный характер.

При этом, если

$$\frac{a}{m} < 1, \text{mo} \left(-\frac{a}{m} \right)^t \rightarrow 0, (t \in \mathbb{N}) \text{up}(t) \rightarrow \bar{p},$$

последовательность цен сходится к равновесному состоянию.

При $m = a$ значения $p(t)$ чередуются вокруг равновесного значения \bar{p}

Если

$$\frac{a}{m} > 1, \text{mo} \left(-\frac{a}{m} \right)^t \rightarrow \infty$$

является неустойчивым равновесием. В результате чего бесконечно возрастающих колебаний не наблюдается. Это происходит в связи с тем, что при больших отклонениях от равновесия линейные зависимости спроса и предложения от цены становятся нереалистичными.

Таким образом, паутинообразная модель, показывающая колебания в простейшей динамической модели, в результате которых формируется равновесие. Данная модель отражает формирование равновесия в отрасли с фиксированным циклом производства с помощью дифференциальных уравнений.

Список литературы

1. Агафонова Н.П., Орехова Н.В., Мелешко С.В. Применение метода наименьших квадратов для определения уравнений кривых спроса и предложения и состояния рыночного равновесия // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 136-138.
2. Бондаренко В.А., Цыплакова О.Н. Задачи с экономическим содержанием на занятиях по дифференциальному исчислению. Актуальные вопросы теории и практики бухгалтерского учета, анализа и аудита. Ежегодная 75-ая научно-практическая конференция. – 2011. – С. 124-127.
3. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Визуализация решений дифференциальных уравнений в среде SIVULINK системы MATLAB // Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем. – 2012. – С. 129-131.
4. Мамаев И.И., Бондаренко В.А. Дифференциальное исчисление в задачах экономики // Аграрная наука, творчество, рост. – 2013. – С. 266-268.
5. Невидомская И.А., Кочарян А.Г. Применение метода дискриминантного анализа для прогнозирования финансовой устойчивости предприятия // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 7. – С. 80-81.
6. Невидомская И.А., Якубова А.М. Применение факторного анализа при исследовании экономических процессов // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 6. – С. 81-83.
7. Попова С.В., Смирнова Н.Б. Использование дифференциальных уравнений в построении математических моделей в экономических процессах // Аграрная наука, творчество, рост. – 2013. – С. 280-283.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОНОМИКИ
С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

Грищенко К.В., Тютюнникова Ю.С.

Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

1. Способ пропорционального деления и долевого участка.

Для нахождения величины влияния причин на отклонение от плана результативного показателя можно воспользоваться методом соразмерного деления. Во многих случаях он необходим и важен, например таких как: аддитивные модели типа $Y = a + b + c$ и кратно-аддитивными такие как:

$$y = \frac{a}{b + c + d + \dots + n}$$

где, a, b, c – причина, фактор, а y – общий показатель.

Сущность такого метода заключена в следующем:

1. Определить часть всякой причины в общей сумме их изменений;

2. Эту часть умножить на общую величину изменения обобщающего показателя.

Для одноуровневого типа модели мы производим расчёт по такому принципу:

$$\Delta Ya = \frac{\Delta Y}{\Delta a + \Delta b + \Delta c} * \Delta a$$

$$\Delta Yb = \frac{\Delta Y}{\Delta a + \Delta b + \Delta c} * \Delta b$$

$$\Delta Yc = \frac{\Delta Y}{\Delta a + \Delta b + \Delta c} * \Delta c$$

Пример 1: Пусть относительный показатель экономической эффективности упал на 10% из-за увеличения имущества, используемого для получения прибыли, в организации на 100 млн руб. Вследствие цена общего капитала поднялась на 150 млн руб., а оборотного снизилась на 25 млн руб. Значит :

1. За счёт 1 фактора относительный показатель экономической эффективности уменьшился;

2. За счёт второго фактора увеличился.

$$\Delta R1 = \frac{-10\%}{100} * 150 = -15\%$$

$$\Delta R2 = \frac{-10\%}{100} * (-25) = +2,5\%$$

Кратно-аддитивный расчёт проходит немного иначе и сложнее. Взаимосвязь причин в комбинированной модели такова: Y – результативный показатель, A, B, C – факторы первого уровня; D, N, M – факторы второго уровня.

Если нам известны $\Delta Bd, \Delta DBn, \Delta Bm$ и ΔYb , то для нахождения $\Delta Yd, \Delta Yn, \Delta Ym$ используется рассматриваемый нами метод. Этот способ базируется на соразмерном разделении прироста результативного показателя Y за счёт изменения причин B между причинами второго уровня D, N, M , которые, в свою очередь, соответствуют своим показателям.

Также в данном методе хорошо используется коэффициент, который распределяет пропорциональность, а также показывает величину изменения результативного показателя Y за счёт изменения причин B на одну единицу.

Обозначается коэффициент обычной латинской буквой «K» и находится по формуле:

$$K = \frac{\Delta Yb}{\Delta B} = \frac{\Delta Yb}{\Delta Bd + \Delta Bn + \Delta Bm}$$

Изменение результативного показателя можно найти путём умножения коэффициента на абсолютное отклонение B за счёт соответствующей причины:

$$\Delta Yd = K * \Delta Bd, \Delta Yn = K * \Delta Bn, \Delta Ym = K * \Delta Bm.$$

Пример 1: Изначальная цена 1 ткм из-за ухудшения производительности автомобилей повысилась на 180 руб. Но также, мы знаем, что эта средняя годовая производительность снизилась из-за:

1. превышающих простоев машин – 3000 ткм ;
2. превышающих холостых пробегов – 4000 ткм;
3. неполного использования максимальной нагрузки – 3000 ткм.

Всего – 12000 ткм

Найдём изменение изначальной цены с учётом влияния причин II уровня:

$$\begin{aligned} \Delta Ca &= \frac{\Delta C_{2в}}{\Delta GBa + \Delta GBb + \Delta GBв} * \Delta GBa = \\ &= \frac{180 \text{ руб}}{-12000} * (-5000) = +75 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta Cb &= \frac{\Delta C_{2в}}{\Delta GBa + \Delta GBb + \Delta GBв} * \Delta GBb = \\ &= \frac{18 \text{ руб}}{-12000} * (4000) = +60 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta Cv &= \frac{\Delta C_{2в}}{\Delta GBa + \Delta GBb + \Delta GBв} * \Delta GBв = \\ &= \frac{180 \text{ руб}}{-12000} * (-3000) = +45 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Всего +180 руб.

2. Метод дифференциального исчисления.

При решении математических задач можно использовать различные методы: логарифмирования, дифференциального исчисления, линейного программирования. В дифференциальном исчислении базовой категорией является производная. Производная является предельным показателем дифференцируемой функции. В большинстве экономических наук вместо предельного показателя используют средний, т.к. вычисление предельного показателя – очень трудоёмкий и сложный процесс. Но по результатам среднего показателя нельзя определить, насколько увеличится эффективность и производительность предприятия. Точные исследования дадут результат, максимально приближенный к реальному, получаемому в процессе производства. Дифференциальное исчисление было создано И. Ньютоном и Лейбницем в конце XVII века на основе двух задач:

1) Поиск касательной к произвольной линии.

2) Поиск скорости при произвольном законе движения (также используемый в физике – скорость движения частиц).

Основной задачей экономического анализа можно считать изучение взаимосвязей экономических величин, записанных в виде функций.

В экономике часто стоит задача при помощи математических формул найти оптимальное значение показателя: производительности труда, издержек производства, прибыли, ожидаемых капиталовложений, максимального уровня выпуска продукции.

Приведём пример использования метода дифференциального исчисления в экономических задачах:

Пусть зависимость между издержками производства «у» и объёмом выпускаемой продукции «х» на

предприятию выражается функцией $y = 20x^2 + 100$. Определим предельные издержки при объеме выпуска продукции $x=500$. Предельные издержки можно выразить как $y'(x)$ при $x=500$, $y'(500) = 40$. Это означает, что при объеме выпущенной продукции ($x = 500$ единиц), на выпуск дополнительной единицы продукции необходимы затраты (сверх установленной нормы) в 40 денежных единиц. Из этого можно сделать вывод, что предельная величина показывает не состояние, а (в данном случае) сам процесс изменения объема выпускаемой продукции. Во-первых, метод дифференциального исчисления также как и другие математические методы позволяет внедрять теорию в практику на производстве. Во-вторых, использование «математического языка» даёт возможность точно излагать положения экономической теории, использовать методы не только в математике, но и в экономической теории. В-третьих, эти методы показывают зависимость между переменными: использование тех или иных формул зависит от области их применения. В математике можно использовать средние показатели, но на предприятии для определения его эффективности необходимы предельные, т.к. небольшая погрешность в вычислении может нарушить функционирование всего производства.

Таким образом, применение математических методов, в том числе дифференциального исчисления, не ограничивается применением в математике, экономике, а изменяется, развивается и совершенствуется.

В будущем многие методы будут использоваться также в различных отраслях: промышленности, экономике, физике, инженерии.

Список литературы

1. Электронный ресурс // book.all-5.ru/afhd1173.htm
2. Гулай Т.А., Литвин Д.Б., Долгополова А.Ф. Использование математических методов для анализа динамических свойств управляемого объекта // Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем. – 2012. – С. 167-170.
3. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Личностно-ориентированное обучение математике студентов экономических направлений как средство повышения качества обучения // Теоретические и прикладные проблемы современной педагогики. – 2012. – С. 28-33.
4. Долгополова А.Ф., Гулай Т.А., Литвин Д.Б. Перспективы применения математических методов в экономических исследованиях // Аграрная наука, творчество, рост. – 2013. – С. 255-257.
5. Донец З.Г., Бабаева Э.З., Шумская В.Ю. Модели управления запасами // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – №5-2. – С. 155-156.

ПРИЛОЖЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕННОГО ИНТЕГРАЛА В ЭКОНОМИКЕ

Донец З.Г., Смолянинова Е.Е., Литвинец К.В.

Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Для начала можно остановиться на вычислении суммарной экономической прибыли фирмы в долгосрочном периоде. Для этого понадобится ввести ряд экономических терминов, понятий и обозначений.

P (price) – цена данного товара, выпускаемого фирмой;

Q (quantity) – объем товара, выпускаемый производителем;

TR (total revenue) – валовой доход, т.е. весь совокупный доход фирмы от продажи конкретного количества товара за определенную цену;

TC (total costs) – валовые издержки: совокупность всех расходов фирмы на выпуск конкретного объема товара;

Основным мотивом и движущей системой деятельности фирмы является прибыль. Она представляет собой разницу между совокупной выручкой и совокупными издержками фирмы. Она обозначается P (profit):

$$P = TR - TC$$

$$TR = -x^2 + 8x - 7 \text{ и } TC = x^2 - 8x + 17.$$

Производитель будет иметь только нормальную прибыль, при которой $TR - TC = 0$. Нас интересуют расчеты экономической прибыли в длительном периоде, т.к. предприятие в течение времени t увеличивает объем выпуска Q на ΔQ .

При помощи интегрального уравнения достаточно легко получить искомое значение. Пределами интегрирования являются значения Q_1 и Q_2 , где $TR - TC$.

1) $-x^2 + 8x - 13 = x^2 - 8x + 17$, а значит $x_1 = Q_A = 3$ и $x_2 = Q_B = 5$.

Геометрически зона экономической прибыли представляет собой площадь пересечения графиков заданных функций. Таким образом, разница определенных интегралов функций TR и TC , т.е. разности площадей криволинейных трапеций является искомым значением площади (необходимые и достаточные условия выполняются для обеих функций).

$$\int_3^5 (-x^2 + 8x - 13) dx$$

$$\int_3^5 (-x^2 - 8x + 17) dx$$

Так как разность интегралов равна разности подынтегральных выражений, получим:

$$\begin{aligned} & \int_3^5 (-x^2 + 8x - 13 - (x^2 - 8x + 17)) dx = \\ & = -2 \int_3^5 (x^2 + 8x - 15) dx = -2 \left(\frac{x^3}{3} + 4x^2 - 15x \right) \Big|_3^5 = \\ & = -2 \left(\frac{125}{3} + 200 - 75 \right) + 2(9 + 36 - 45) = \\ & = -\frac{500}{3} = -166\frac{2}{3} \end{aligned}$$

Монополист действует на рынке в отсутствие соперников. Поэтому в противоположность совершенному конкурентному предпринятию, чья экономическая прибыль в длительном периоде (благодаря увеличению числа предприятий) сводится к нулю, монополист может получать положительную экономическую прибыль и в длительном периоде. С другой стороны, как и в случае совершенной конкуренции, экономическая прибыль монополиста в длительном периоде не может быть отрицательной. Следовательно,

$$P = \left| -166\frac{2}{3} \right| = 166\frac{2}{3}$$

Расчет экономической прибыли возможен при анализе иных функций: как при сравнении объема максимизирующей прибыли, возможно сравнение как TC и TR в длительном периоде, так и MR и TR в краткосрочном, где:

MR – предельный доход $MR = (TR)'$. Доход, получаемый с каждой дополнительной единицы товара. $MR = -1,4q + 5$.

MC – предельные издержки. Издержки фирмы от производства каждой дополнительной единицы товара.

$$VC = (TC); NC = \frac{4}{q} + 2,3; MC = (q - 2)^2 + 3.$$

Линии MC ниже D , т.к. в условиях монополии. Это обусловлено тем, что продажа дополнительной единицы продукции требует от монополиста снижения цен на нее.

$$D = -q + 7$$

Для расчетов можно использовать более легкие функции и примеры.

Пример. Определить объем продукции, произведенной рабочим за третий час рабочего дня, если производительность труда характеризуется функцией:

$$f(t) = 3/(3t + 1) + 4$$

Решение. Если непрерывная функция $f(t)$ характеризует производительность труда рабочего в зависимости от времени t , то объем продукции, произведенной рабочим за промежуток времени от t_1 до t_2 будет выражаться формулой:

$$V = \int_{t_1}^{t_2} f(t) dt$$

В нашем случае:

$$V = \int_2^3 \left(\frac{3}{3t+1} + 4 \right) dt = (\ln(3t+1) + 4t) \Big|_2^3 = \ln 10 + 12 - \ln 7 - 8 = \ln 10/7 + 4$$

Рассмотренные выше примеры практических задач, дают нам ясное представление значимости определенного интеграла для их разрешимости. Трудно назвать научную область, в которой бы не применялись методы интегрального исчисления, в общем, и свойства определенного интеграла, в частности. Также определенный интеграл используется не только в экономике, но также и для изучения собственно самой математики. Например, при решении дифференциальных уравнений, которые в свою очередь вносят свой незаменимый вклад в решение задач практического содержания. Можно сказать, что определенный интеграл – это некоторый фундамент для изучения математики. Отсюда и важность знания методов их решения.

Список литературы

1. Мелешко С.В., Невидомская И.А., Донец З.Г. Организация самостоятельной работы студентов в информационно-образовательной среде вуза на основе дистанционных технологий // Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем. – 2012. – С. 282-285.
2. Донец З.Г., Мамаев И.И., Шибяев В.П. Учебная дисциплина как целостная модель организации обучения студентов на интегративной основе // Теоретические и прикладные проблемы современной педагогики. – 2012. – С. 40-47.
3. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Личностно-ориентированное обучение математике студентов экономических направлений как средство повышения качества обучения // Теоретические и прикладные проблемы современной педагогики. – 2012. – С. 28-33.
4. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Совершенствование профессиональной подготовки экономистов через направленность содержания математического образования // Аграрная наука, творчество, рост. – 2013. – С. 252-254.

**ДВУХМЕРНЫЕ СЛУЧАЙНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ:
РАСЧЕТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОЖИДАНИЯ
И КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ**

Донец З.Г., Иванова Ю.А., Иванова А.А.

Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Возможное значение случайной величины определяется одним числом, то она называется одномерной. Например, число очков, выпадающее при бросании кости (дискретная одномерная случайная величина, расстояние от орудия до места падения снаряда (непрерывная одномерная случайная величина).

Кроме одномерных случайных величин изучают величины, возможные значения которых определяются двумя, тремя, ..., n числами., их называют соответственно двумерными, трехмерными, ..., n -мерными.

Двумерную случайную величину обозначают (X, Y) , их называют составляющей; величины X и Y , образуют систему двух случайных величин. Аналогично n -мерную величину можно рассматривать как систему n случайных величин.

Для дискретной случайной величины ξ , принимающей значения $x=x_1, x_2, \dots$ с вероятностями $P_\xi(x)$, т.ч.

$$\sum_{k=1}^{+\infty} P_\xi(X_k) = 1, \quad \sum_{k=1}^{+\infty} X_k P_\xi(x_k) < \infty$$

$$M_\xi = \sum_{k=1}^{+\infty} x_k P_\xi(x_k) = \mu_\xi$$

Математическое ожидание M_ξ используют как характеристику положения распределения ξ .

Для непрерывной случайной величины ξ с плотностью вероятности $P_\xi(x)$, т.ч.

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |X * P_\xi(x)| < \infty$$

математическим ожиданием называется

$$M_\xi = \int X * P_\xi(x) dx = \mu_\xi$$

Ковариацией $\sigma_{\xi\eta}(x, y)$ случайных величин ξ и η называется величина

$$\sigma_{\xi\eta}(x, y) = M(x - M_\xi)(y - M_\eta) = M_{\xi\eta} - M_\xi M_\eta = \iint (x - M_\xi)(y - M_\eta) P_{\xi\eta}(x, y) dx dy$$

Связь между величинами является функциональной зависимостью. В этом случае каждому значению одной величины соответствует вполне определенное одно или несколько значений другой величины. Однако существуют такие связи между величинами, которые нельзя отнести к типу функциональных зависимостей.

$$\sigma_{\xi\xi}(x, x) = M_{\xi^2} - (M_\xi)^2 = D_\xi$$

Абсолютное значение ковариации $2x$ случайных величин не превосходит произведения стандартных отклонений этих случайных величин, т.е.

$$|\sigma_{\xi\eta}(x, y)| \leq \sigma_\xi(x) * \sigma_\eta(y)$$

Следовательно, называемая коэффициентом корреляции нормированная величина находится в диапазоне от $[-1; 1]$. Теснота зависимости двух случайных величин определяется коэффициентом корреляции.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 * \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Свойства коэффициента корреляции:

1. При $r = 0$ связь между величинами отсутствует.
2. При $|r| = 1$ связь между величинами становится функциональной.
3. При $|r| < 1$ связь между величинами устанавливается по шкале Чеддока:

Показатели тесноты связи	0,1–0,3	0,3–0,5	0,5–0,7	0,7–0,9	0,9–0,99
Характеристика силы связи	Слабая	Умеренная	Заметная	Высокая	Весьма высокая

В уравнении $\bar{y}_x = ax + b$ величина x является **факторным признаком**, а величина \bar{y}_x – **результативным признаком**.

Число $r^2 \cdot 100\%$ показывает, сколько процентов общей вариации объясняется изменением факторного признака.

Ковариация и коэффициент корреляции являются мерами линейной статистической связи различных случайных величин. Понятие линейной статистической связи отличается от понятия линейной связи или линейной зависимости так же как случайная величина отличается от детерминированной величины.

Коэффициент корреляции обладает следующими свойствами:

- Он не меняется, если к значениям ξ и η
- При умножении случайных величин на положительные числа, то это также не влияет на величину коэффициента корреляции
- При умножении случайных величин на -1 умножается и коэффициент корреляции
- 2 случайные величины, коэффициент корреляции равен 0, называются некоррелированными. Если $r_{\xi\eta}(x, y) \neq 0$, то он своей величиной характеризует не только наличие, но и ему линейной и статистической связи: чем больше его абсолютная величина, тем сильнее эта связь (корреляция). Максимальная корреляция равна значениям $r_{\xi\eta}(x, y) = \pm 1$. Если $r_{\xi\eta}(x, y) > 0$, ξ и η с точностью до случайных погрешностей одновременно возрастают \ убывают. Если же $r_{\xi\eta}(x, y) < 0$, то с возрастанием одной случайной величины, другая убывает.

Список литературы

1. Прохоренкова А.Т. Курс лекций по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика». Часть 1 // Теория вероятностей. – Смоленск: СИБП, 2012. – 100 с.
2. Мелешко С.В., Невидомская И.А., Донец З.Г. Организация самостоятельной работы студентов при изучении комбинаторики // Учетно-аналитические и финансово-экономические проблемы развития региона. – 2012. – С. 289-292.
3. Невидомская И.А., Якубова А.М. Применение факторного анализа при исследовании экономических процессов // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 6. – С. 81-83.
4. Донец З.Г., Мамаев И.И., Шибанов В.П. Учебная дисциплина как целостная модель организации обучения студентов на интегративной основе // Теоретические и прикладные проблемы современной педагогики. – 2012. – С. 40-47.
5. Теория вероятностей и математическая статистика / А.Ф. Долгополова, Т.А. Гулай, Д.Б. Литвин, С.В. Мелешко // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 11. – С. 51-52.

ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНА БОЛЬШИХ ЧИСЕЛ В ЭКОНОМИКЕ

Донец З.Г., Вьюшина К.В., Попова А.А.

Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Закон больших чисел -теория, в которой частота финансовых потерь обусловленновидеа,можнопрогнозировать с большой точностью при условии большого количества потерь сходных видов. Данный закон в теории вероятностей свидетельствует, что эмпирическое среднее (среднее арифметическое) конечной выборки из фиксированного распределения близко к теоретическому среднему (математическому ожиданию) данного распределения.

Теория больших чисел имеет большое значение для всех наук, а в особенности для тех, которые используют теорию вероятности и статистики на постоянной основе. Его действие и применение влияет на объекты статистического изучения, рассматривая их более глубоко. Создавая выборку из случайных единиц с учетом действия закона больших чисел, учиты-

вается важный статистический метод, основанный на этом законе.

Закон больших чисел говорит о количественных закономерностях массовых явлений,отчетливо проявляющихсяпри их большом количестве.

Следовательно, его суть заключается в том, что в числах, которые получаютявследствие массового наблюдения, выступают определенные правильности, которые не могут быть обнаружены в маленьком количестве фактов.

Тенденции и закономерности, которые вскрываютсяпри помощи закона больших чисел, имеют силу лишь как массовые тенденции, но не как законы для каждого отдельного случая.

Закон больших чисел в экономической науке и в социально-экономической статистике, проявление одного из важнейших объективных законов, сопутствующее формированию закономерностей массовых социально-экономических процессов.

Например, необходимо дать оценку доходов населения определённой страны. Возьмём 15 наблюдений, у 10 из респондентов доходы были примерно 30 000 рублей, а у 5-150 000 рублей. Следовательно, простой средний доход будет равен

$$(10 \times 30\,000 + 5 \times 150\,000) / 15 = 70\,000 \text{ рублей.}$$

И это вовсе не отражает реальный уровень дохода жителей данной страны. Если же мы рассмотрим 200 наблюдений, в которых у 180 человек доходы будут 20 000 рублей, а у 20-120 000 рублей, то средний доход будет равен $(180 \times 20\,000 + 20 \times 120\,000) / 200 = 30\,000$. Полученный результат отражает наиболее адекватную картину доходов данной страны. При увеличении числа наблюдений, среднее будет стремиться к истинному значению.

В качественно однородных совокупностях, которые состоят из случайных явлений, такая закономерность проявляется, и ее можно изучить, при наличии достаточно большого числа единиц (случаев). Она может быть количественно выражена исключительно в форме средних чисел (к примеру, средний уровень, средняя доля признака в совокупности); так как чем больше число единиц, тем больше точность выражения.

Так как закон больших чисел не создаёт проявляющихся закономерностей, общей средней меры для массы единиц явления, поэтому, он не можетвлиять ни на средний уровень явлений, ни на степень устойчивости динамических рядов, ни предположитьвеличину отклонений от среднего уровня, ни объяснять причины возникновения такого уровня или его отклонений.

Например, предположим, что совсем недавно основанная компания КАР имеет капитал 20 млн. рублей. За первый год капитал увеличился на 100% с 20 млн. рублей до 40 млн. рублей. Акционерам нравится, что капитал вырос за год на 100% и им хочется дальнейшего роста также на 100% в год. Для этого компании придётся увеличить свой капитал на 40 млн. рублей во втором году, на 80 млн. рублей в третьем, на 160 млн. рублей в четвёртом и т.д. Если бы КАР росла на 100% с каждым годом в течение 25 лет, то её капитал оказался бы больше чем вся экономика Китая с размером 15 трлн. рублей. Поскольку компании быстро растут, темпы их роста и производительности должны замедляться.

Почему это важно: крупно капитализированные компании не могут иметь таких же темпов роста, как компании с низкой капитализацией. Закон больших чисел гласит, что компании с небольшой рыночной капитализацией имеют больше возможностей не

только для роста, а даже для быстрого роста, чем компании с большой рыночной капитализацией.

Но компания не могут расти вечно. В итоге, успешная компания на своем пути должна будет перейти от роста к созданию стабильного дохода для ее акционеров.

Рассмотрим следующий случай: предположим, что вероятность хищения автомобиля данной марки стоимостью 650 000 рублей составляет 0,05 в год (то есть в среднем угоняют 5 машин из 100). Вероятность хищения всегда существует. И хотя это происходит с 5% владельцев машин, для каждого из них есть вероятность возникновения такой стрессовой ситуации. Вполне логично, что люди желают быть защищены от такого «потрясения». Если у владельца желание защититься от такого убытка самостоятельно, то ему следует копить деньги на покупку нового автомобиля взамен угнанного. А сколько следует отложить автовладельцу? Ответ весьма вероятен – 650 000 рублей. Теперь предположим, что 1500 автовладельцев решат создать общий страховой фонд для выплат тем, у кого был угнан автомобиль. В соответствии с законом больших чисел средняя частота хищения будет стремиться к своему теоретическому значению 0,05. То есть на 1500 машин будет ожидаться 75 угонов. Если разделить стоимость автомобилей, которые возможно будут похищены на всех участников, то следует собрать с каждого $(650\,000 \times 75) / 1500 = 32\,500$ рублей. За такую плату владелец вправе ожидать полного возмещения убытка 650 000 рублей, что очень выгодно для всех владельцев.

Таким образом, раздел «закон больших чисел» доказывает уникальность и нужность данного материала даже в обыденных жизненных ситуациях.

Принцип математической статистики, согласно которому совместное действие набора случайных факторов может привести к неслучайному (детерминированному) результату.

Выводом может послужить мысль о том, что математическая статистика применяется нами в обыденной, отдаленной от науки жизни, и следует уметь применять такие универсальные законы, как закон больших чисел, на практике.

Список литературы

1. Мелешко С.В., Невидомская И.А., Донец З.Г. Организация самостоятельной работы студентов при решении задач теории вероятностей: сборник научных трудов по материалам ежегодной 77-й научно-практической конференции ФБГОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет» «Аграрная наука-Северо-Кавказскому федеральному округу». – 2013. – С. 486-489.
2. Литвин Д.Б., Яновский А.А., Донец З.Г. Интерполяция и аппроксимация данных в MATLAB // Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона. – 2013. – С. 97-99.
3. Мелешко С.В., Невидомская И.А., Донец З.Г. Организация самостоятельной работы студентов при изучении комбинаторики // Учетно-аналитические и финансово-экономические проблемы развития региона. – 2012. – С. 289-292.
4. Высок Н.Д. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. – М.: МАТИ-РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2011.
5. Теория вероятностей и математическая статистика / А.Ф. Долгополова, Т.А. Гулай, Д.Б. Литвин, С.В. Мелешко // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 11. – С. 51-52.

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ МАТЕМАТИКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ КАТКА СТУПЕНЧАТОГО БЛОКА

Журавлёв И.В., Рыбалкин Н.А., Попова С.В.

Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, e-mail: dolgoplova.a@mail.ru

Математика всегда была основой точного естествознания, а вместе с механикой является фундаментом всех технических наук, основным инструментом в познании общих закономерностей мироздания.

Теоретическая механика рассматривается с разных точек зрения. С одной стороны – это часть теоретической физики, изучающая математические методы классической механики, альтернативные напрямую применению законов Ньютона (так называемая аналитическая механика). С другой стороны – это набор физико-математических методов, облегчающих расчёты механизмов, сооружений и различных конструкций. Её также можно рассматривать как часть естествознания, использующую математические методы, имеющую дело не с самими реальными материальными объектами, а с их моделями.

Моделями теоретической механики являются материальные точки и их системы, абсолютно твёрдые тела и их системы, деформируемые сплошные среды. Эти модели исследуются в таких разделах теоретической механики, как кинематика, статика, динамика. Исследования моделей производятся с помощью таких разделов математики, как векторное исчисление, дифференциальная геометрия, математический анализ, особенно дифференциальные уравнения, вариационное исчисление.

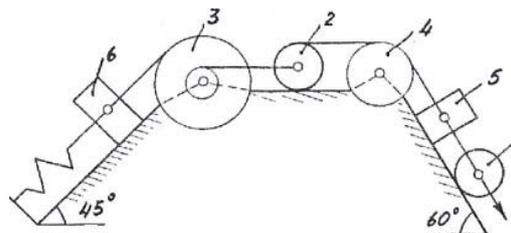
Для описания положения и движения материальных объектов в механической системе используется векторная алгебра: каждый объект задаётся радиус-вектором, а вся механическая система – совокупностью векторов. В дальнейшем положение тела относительно начала отсчета определяется по положению какой-либо его точки, фиксированной в теле, по положениям остальных точек тела относительно этой фиксированной точки и по угловым параметрам ориентации или по матрице ориентации тела относительно абсолютного пространства. Использование матриц приводит к применению законов линейной алгебры. Движение материальной точки наиболее удобно описывать такими вектор-функциями $\vec{r}(t)$ (законами), которые имеют непрерывные вторые производные по времени, что заставляет применять такой раздел математики, как дифференциальная геометрия, который подразумевает хорошее знание, как геометрии, так и математического анализа.

Рассматривая кинетическую энергию механической системы, необходимо владеть навыками вычисления частных производных функций нескольких переменных, составлять из них матрицы, выделять в записи формул кинетической энергии линейные и квадратичные формы.

В процессе нахождения работы системы сил при действительных линейных перемещениях механической системы задействуется интегральное исчисление (чаще всего вычисляется криволинейный интеграл).

Все выше названные разделы математики в основном задействованы для теоретического описания процессов, на практике чаще используются уже выведенные формулы, как, например, в классической задаче теоретической механики.

Пусть механическая система, изображённая на рисунке, состоит из катков (или катка и подвижного блока) 1 и 2, ступенчатого шкива 3 с радиусами ступеней $R_3 = 0,3$ м, $r_3 = 0,1$ м и радиусом инерции относительно оси вращения $p_3 = 0,2$, блока 4 радиуса $R_4 = 0,2$ м и грузов 5 и 6. Тела 1 и 2 считать сплошными однородными цилиндрами, а массу блока 4 – равномерно распределенной по ободу. Коэффициент трения грузов о плоскость $f = 0,1$. Тела системы соединены друг с другом нитями, перекинутыми через блоки и намотанными на шкив 3 (или на шкив и один из катков); участки нитей параллельны соответствующим плоскостям. К одному из тел прикреплена пружина с коэффициентом жесткости $C = 200$ Н/м.



Под действием силы $F = f(s) = 860 \text{ Н}$, зависящей от перемещения S точки её приложения, система приходит в движение из состояния покоя; деформация пружины в момент начала движения равна нулю. При движении на шкив 3 действует постоянный момент $M = 1,2 \text{ Н}\cdot\text{м}$ сил сопротивления (от трения в подшипниках). Необходимо определить значение линейной скорости V_{c1} в тот момент времени, когда перемещение S станет равным $S_1 = 0,2 \text{ м}$. Все катки, включая и катки, обмотанные нитями, катятся по плоскостям без скольжения.

По условию

$$m_1 = m_4 = m_6 = 0, \quad m_2 = 6 \text{ кг}, \quad m_3 = 2 \text{ кг}, \quad m_5 = 4 \text{ кг}.$$

Искомую скорость V_{c1} катка 1 находим с помощью теоремы о Сумме кинетической энергии системы $T_1 - T_0 = \sum A_i$. Так как движения происходят из состояния покоя, то кинетическая энергия в системе в начале движения $T_0 = 0$. Кинетическая энергия системы будет равна сумме кинетических энергий всех тел, входящих в систему в момент, когда система пройдет заданные расстояния.

Кинетическая энергия груза 5, движущегося поспутательно со скоростью V_{c1} равна

$$T_5 = \frac{m_5 \cdot V_{c1}^2}{2} = 2 V_{c1}^2.$$

Кинетическая энергия катка 2, участвующего в плоском движении составит:

$$T_2 = \frac{m_2 \cdot V_{c2}^2}{2} + \frac{I_2 \cdot w_2^2}{2},$$

где $w_2 = \frac{V_A}{2R_2} = \frac{V_{c1}}{2R_2}$ – угловая скорость катка в этом

движении, показывающая связь криволинейных величин с линейными величинами (выводится с помощью дифференциальной геометрии).

Скорость катка 2 определяется по формуле:

$$V_{c2} = w_2 R_2 = \frac{V_{c1}}{2}.$$

Величина $I_2 = \frac{1}{2} m_2 R_2^2$ – момент инерции катка 2.

Следовательно, кинетическую энергию катка 2 можно определить следующим образом:

$$T_2 = \frac{1}{8} m_2 V_{c2}^2 + \frac{1}{16} m_2 V_{c1}^2 = \frac{3}{16} m_2 V_{c1}^2 = 1,125 V_{c1}^2.$$

Кинетическая энергия ступенчатого блока, вращающегося с угловой скоростью

$$w_3 = \frac{V_{c2}}{r_3} = \frac{V_{c1}}{2r_3},$$

можно установить с помощью формулы: $T_3 = \frac{1}{2} I_3 w_3^2$,

где $I_3 = m_3 p_3^2$ – момент инерции ступенчатого шкива 3.

Следовательно,

$$T_3 = \frac{1}{8} m_3 \left(\frac{p_3}{r_3} \right)^2 V_{c1}^2 = V_{c1}^2.$$

Кинетическая энергия составит

$$T = T_3 + T_2 + T_5 = 4,125 V_{c1}^2.$$

Находим работу внешних сил, приложенных к системе, при которой груз 5 сместится на расстояние S .

Работа силы \bar{F} на этом перемещении определяется с помощью интеграла:

$$A(F) = \int_0^{0,2} 20(8 + 3S) ds = 20(8S + 1,5S^2) \Big|_0^{0,2} = 32,2 \text{ Дж}.$$

Работа силы тяжести груза 5 определим с помощью соотношений в прямоугольном треугольнике с использованием тригонометрических функций углов:

$$A(G_5) = m_5 g S_1 \sin 60^\circ = 6,8 \text{ Дж}.$$

Аналогично определяется работа силы трения груза 5 на наклонную плоскость:

$$A(F) = -f m_5 g S_1 \cos 60^\circ = -0,39 \text{ Дж}.$$

Работы сил \bar{N}_5 , \bar{G}_2 , \bar{N}_2 равны нулю, так как они перпендикулярны перемещению.

Работы сил \bar{N}_3 , \bar{G}_3 равны нулю, так как они приложены к неподвижной точке.

Работа момента M сил сопротивления, приложенного к ступенчатому блоку, составит: $A(M) = -M \varphi_3$,

где $\varphi_3 = \left(\frac{S_1}{2r_3} \right) = 1$ раз, тогда $A(M) = -1,2 \text{ Дж}$.

Работа сил упругости пружин $A(P) = -\frac{C S_p^2}{2}$, где

$$S_p = \varphi_3 R_3 = 0,3 \text{ Ом}, \quad \text{тогда } A(P) = -\frac{200 \cdot 0,3^2}{2} = -3 \text{ Дж}.$$

Отсюда

$$\sum A_c = A(F) + A(G_5) + A(F) + A(M) + A(P) = 35,4 \text{ Дж}.$$

Получим $4,125 V_{c1}^2 = 35,4 \text{ Дж}$, и окончательно

$$V_{c1} = 2,39 \text{ м/с}.$$

Окончательно, линейная скорость катка 1 будет равна: $V_{c1} = 2,39 \text{ м/с}$.

Решение задачи можно выполнять по определённой схеме, используя соответствующие формулы теоретической механики. Но для более глубокого понимания исследуемого движения механической системы нужно не только знать эти формулы, но и представлять, как они получены, что приводит к необходимости привлечения серьёзного математического аппарата, уметь пользоваться им, применять в непривычных сочетаниях.

Список литературы

1. Попова С.В., Смирнова Н.Б., Долгих Е.В., Крон Р.В. Агроинженерия (электронный учебно-методический комплекс) // Международный журнал экспериментального образования. – 2009. – № S4. – С. 6-7.
2. Попова С.В., Крон Р.В., Смирнова Н.Б., Долгих Е.В., Морозова О.В., Долгополова А.Ф., Тьянянко Н.Н. Комплект рабочих тетрадей по курсу высшей математики для инженерных специальностей // Международный журнал экспериментального образования. – 2009. – № S4. – С. 14-15.
3. Попова С.В., Смирнова Н.Б. О прикладной направленности математики в высшей школе // Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона: сб. научных статей по материалам Международной науч.-практ. конф. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского ГАУ, 2013. – С. 260-264.
4. Крон Р.В., Попова С.В., Долгих Е.В., Смирнова Н.Б. Математика: учебное пособие // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 11-1. – С. 114-115.

5. Лиханос В.А., Бобрышов А.В., Кожухов А.А. Формирование взаимосвязи общетехнических дисциплин при изучении курса механики // Инновационные технологии современного образования. – 2013. – С. 92-94.

6. Атанов И.В., Капустин И.В., Никитенко Г.В., Скрипкин В.С. Междисциплинарные связи в учебном процессе высшего учебного заведения // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – С. 355.

7. Крон Р.В., Попова С.В., Долгих Е.В., Смирнова Н.Б. Линейная алгебра: учебное пособие // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 11-1. – С. 115.

8. Смирнова Н.Б., Нанаян С.С. Интегрирующая роль математики в современном мире // Культура и общество: история и современность: материалы II Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции / под ред. Колосовой О.Ю., Гударенко Р.Ф., Ряснянской Н.А., Красиковой Е.А. – 2013. – С. 164-167.

9. Котова Т.Н., Хачатурян Р.Е. Формирование профессиональной компетенции студентов технических вузов на основе междисциплинарной интеграции // Сборники конференций НИЦ Социосфера. – 2014. – № 7. – С. 53-57.

МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Загребельникова В.А.

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

В наше время большое количество задач планирования и управления во многих отраслях народного хозяйства, а также достаточно большой объём частных прикладных задач можно решить методами математического программирования. Одними из наиболее развитых в области решения оптимизационных задач являются методы линейного программирования. Данные методы позволяют нам описать с достаточной точностью задачи деятельности коммерции, такие, как планирование товарооборота; размещение розничной торговой городской сети; планирование товароснабжения города, района; организация рациональных перевозок товаров; распределение работников торговли должностям [1].

Линейное программирование является математической дисциплиной, которая посвящена теории, а так же методам решения экстремальных задач на множествах n -мерного векторного пространства, которые задаются системами линейных уравнений и неравенств.

Линейное программирование возникло в 40-х годах прошлого века как один из разделов теории оптимизации, точнее, в 1939 г. было положено начало линейному программированию советским математиком-экономистом Л.В. Канторовичем в его работе «Математические методы организации и планирования производства». После появления этой работы был открыт новый этап в применении математики в экономике.

Исторически задача линейного программирования впервые была задана в 1947 г. Дж. Б. Данцигом, Маршаллом Вудом и некоторыми их сотрудниками в департаменте военно-воздушных сил США. В те времена эта группа исследовала возможности использования математических, а так же смежных с ними методов для решения военных задач и проблем планирования. Далее для развития данных идей в ВВС организуется исследовательская группа, которая называется Project SCOOP. Первое решение задачи линейного программирования, увенчавшееся успехом, на ЭВМ SEAC проводилось в январе 1952 г.

Достаточно быстро линейное программирование стало известным методом для решения задач планирования и экономики, в которых переменные могут принимать вещественные значения. В некоторых случаях удавалось приспособить линейное программи-

рование так же и для дискретных задач, но систематическое изучение данного программирования к комбинаторике началось лишь несколько десятилетий спустя. Одним из первых эту область начал осваивать, несомненно, Джек Эдмондс, работающий над полиэдральной комбинаторикой, знания о которой достаточно расширили наши познания о связи линейных задач и комбинаторных.

Основная проблема линейного программирования это решение задачи максимизации или минимизации линейной функции или функции нескольких переменных, ограниченной системой неравенств. Возможен вариант, где потребуются решение задачи с помощью поиска экстремума для системы линейных функций на множестве, которые могут задаваться как равенствами, так и линейными неравенствами. Задача линейного программирования состоит в том, что необходимо максимизировать или минимизировать некоторый линейный функционал на многомерном пространстве при заданных линейных ограничениях.

Линейные неравенства на переменные ограничивают полупространство в линейном пространстве. В результате все неравенства ограничивают многогранник, который, может быть бесконечным. Такой многогранник называется полиэдральным комплексом. Уравнение $W(x) = c$, где $W(x)$ – минимизируемый или максимизируемый линейный функционал, создает гиперплоскость $L(c)$. Данная зависимость создает семейство параллельных гиперплоскостей. Тогда формулировка экстремальной задачи будет записываться так: требуется найти такое наибольшее c , что гиперплоскость $L(c)$ пересекает многогранник хотя бы в одной точке. Следует отметить, что пересечение оптимальной гиперплоскости и многогранника будет содержать хотя бы одну вершину, при этом, их будет больше одной, если пересечение содержит k -мерную грань или ребро. Таким образом, максимум функционала можно искать в вершинах многогранника [2-3].

Существует несколько методов для решения задач линейного программирования:

1. Простой перебор;
2. Направленный перебор;
3. Симплекс-метод.

Рассмотрим более подробно симплексный метод, который представляет собой алгоритм решения оптимизационной задачи в многомерном пространстве путём перебора вершин выпуклого многогранника.

Принцип симплексного метода состоит в том, необходимо выбрать одну из вершин многогранника и после этого начинать движение по его ребрам от вершины к вершине в сторону увеличения значения функционала. Последовательность вычислений данного метода можно разделить на две основные фазы:

1. последовательный переход от одной вершины к другой, ведущий к оптимизации значения целевой;
2. функции нахождения исходной вершины множества допустимых решений.

Анализ эффективности и наблюдения метода в практических задачах и приложениях привело к развитию других способов измерения эффективности.

Симплекс-метод имеет среднюю полиномиальную сходимости при широком выборе распределения значений в случайных матрицах.

Вычислительная эффективность оценивается при помощи двух параметров:

- 1) Числа итераций, необходимого для получения решения;
- 2) Затрат машинного времени.

Рассмотрим пример, в котором нужно определить объём производства продукции (x_1 и x_2) двух видов

продукции (P_1 и P_2), максимизирующих величину прибыли предприятия:

$$F(x) = \sum_{j=1}^n C_j \cdot x_j = 5x_1 + 6x_2 \rightarrow \max \quad (1)$$

при заданных ресурсных ограничениях ($\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \leq b_i$):

$$7x_1 + 6x_2 \leq 140$$

$$4x_1 + x_2 \leq 64$$

$$x_1 + 4x_2 \leq 64$$

и при $x_1 \geq 0$ и $x_2 \geq 0$. Решение этой задачи симплексным методом [$F(x) = 124$] имеет место при объемах производства $x_1 = 8$, $x_2 = 14$ и недоиспользовании второго вида ресурса в размере 18 ед.

Решение задачи состоит в определении цен за единицу каждого из используемых видов ресурсов y_1 , y_2 и y_3 . При этом выручка производителя от продажи ресурсов могла быть равна ожидаемой прибыли от реализации готовых изделий.

Математическая модель двойственной задачи линейного программирования в данном примере имеет вид:

$$G(y) = \sum_{i=1}^m b_i \cdot y_i = 140y_1 + 64y_2 + 64y_3 \rightarrow \min, \quad (3)$$

при ограничениях

$$\left(\sum_{i=1}^m a_{ij} \cdot y_i \geq C_j \right): 7y_1 + 4y_2 + y_3 \geq 5, \quad (4)$$

$$6y_1 + y_2 + 4y_3 \geq 6$$

если $y_1 \geq 0$, $y_2 \geq 0$, $y_3 \geq 0$. При решении данной двойственной задачи симплекс-методом значения о. о. оценок ресурсов составят: $y_1 = 0,636$; $y_2 = 0$ и $y_3 = 0,545$.

Линейное программирование применяется в ведущих мировых корпорациях, фирмах и предприятиях, позволяя решать проблему распределения ограниченных ресурсов между конкурирующими видами деятельности с тем, чтобы максимизировать или минимизировать некоторые численные величины, такие как маржинальная прибыль или расходы. Методы линейного программирования так же может использоваться в таких областях как планирование производства, с целью максимального увеличения прибыли, оптимизация перевозок товаров в целях сокращения расстояний, распределение персонала с целью максимально увеличить эффективность работы, а также в задачах по оптимизации научных исследований [4-5].

Список литературы

1. Тарасов В.Л. Экономико-математические методы и модели: учебное пособие. – Н.Новгород: ННГУ, 2003. – 64 с.
2. Канторович Л.В. Экономический расчёт наилучшего использования ресурсов. – М.: Наука, 2011. – 760 с.
3. Грешилов А.А. Прикладные задачи математического программирования. – М.: Логос, 2006. – 288 с.
4. Yanovskii A.A., Simonovskii A.Ya., Klimenko E.M. On the Influence of the Magnetic Field upon Hydrogasdynamic Processes in a Boiling Magnetic Fluid // Surface Engineering and Applied Electrochemistry. – 2014. – Vol. 50, № 3. – P. 260-266.
5. Яновский А.А., Симоновский А.Я., Клименко Е.М. К вопросу о влиянии магнитного поля на гидрогазодинамические процессы в кипящей магнитной жидкости // Электронная обработка материалов. – 2014. – № 3. – С. 66-72.
6. Яновский А.А., Спасибов А.С. Математическое моделирование процессов в кипящих намагничивающихся средах // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 183-186.
7. Яновский А.А., Симоновский А.Я., Савченко П.И. Моделирование гидрогазодинамических процессов в кипящей магнитной жидкости: сборник: «Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона». – Ставрополь, 2013. – С. 159-163.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ

Запорожцева И.А., Казарян Р.А.

Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Переход к рыночной экономике неотъемлемо от действий планирования, регулировки, управления, моделирование производственных и научно-технических действий. В взаимосвязи важны исследование и использование экономико-математических способов для решения появляющихся производственно-домашних задач. Использование математических способов в экономике имеет длительную историю. Мнение о экономике как науке появилась в период расцвета греческой рабовладельческой демократии, как скоро были изготовлены первые пробы никак не элементарно увидеть, а теоретически осознать прецеденты финансовой жизни. Трудности финансовой науки определил большой эллинистический философ Аристотель, которого принято полагать ее основоположником. Аристотель главным пробовал разглядеть финансовые закономерности, главенствующие сообществе, выдвинул мысль о отличии меж потребительской и обменными ценами продуктов, выложил идею о превращении средств в основной капитал и иное.

Еще в старой Греции финансовой науки появились две направленности изучений: во-первых, на верное тест способов оптимального управления этническим хозяйством и, во-вторых, исследование главных финансовых закономерностей. Пара направленности финансовой науки развивались и развиваются в узкой взаимосвязи меж собой.

В системе финансовых наук главное состояние занимает финансовая концепция: она работает теоретической и методологической основой только ансамбля финансовых наук. Использование математических способов в экономике стартовало конкретно теоретико-финансовых изысканиях. Традиционно в качестве исторически первой модели публично изготовленного именуют финансовую таблицу Франсуа Кенэ (1694-1774). В 1758 году он опубликовал первый вариант собственной «Финансовой таблицы», второй вариант – «Арифметическая формула» – был опубликован в 1766 году. В финансовой таблице Кенэ попробовал выстроить первую модель экономики державы в целом, потом данный подход получил заглавие макроэкономического расклада. В собственной таблице Кенэ на числовом образце пробовал проверить, как сплошной продукт державы перемещается меж социальными державами естественной и валютной формах. Адепты буржуазной политической экономии теснее с середины 19 века в собственных теоретических изысканиях начинают применять все наиболее и наиболее не простые точные установки. В крайнее тридцатилетие 19 века формируется самостоятельная математическая направленность буржуазной политической экономии. В итоге неоклассической направленности политической экономии появилось математическое среднее учебное заведение.

Родоначальником математического среднего учебного заведения считают запощивочного грамотея, узнаваемого ученика, философа, историка, экономиста Анутана Огюстена Курно (1801-1877), творец математической доктрине спроса. В 1838 году вышла его именитая книжка «Изучение математических основ доктрине имущества». Конкретно Курно в первый раз изучил взаимосвязи спроса и расценки при разных рыночных обстоятельствах. Таковой тест отдал ему вероятность сконструировать закон спроса и подвести финансовую науку к мнению «упругость

спроса». Конкретно он смог математически взыскательно обосновать, будто величайшее спасение от продаж гарантирует исключительно высочайшая стоимость.

Нужно подметить значимость дел российского экономиста Дмитриева. Его главная служба «Финансовые наброски. Эксперимент органического синтеза трудящихся значения и доктрине максимальной полезности» была опубликована в 1904 году. В собственных работах Дмитриев Предвосхитил разряд выводов, которые позже были получены Василием Леонтьевым на базе разбора моделей «издержки – выпуск» либо межотраслевой баланс. С выходом в свет товарно-валютных взаимоотношений появилась необходимость количественной оценки платных операций и разбора их отдачи. Теснее в 19 веке в отдельную ветвь познаний выделилась «Платная математика», включающая в себя процентные вычисления соответственно взноса и ссуда и соответственно операциям значимыми бумагами. В 20 веке изучение финансовых действий с поддержкой математических способов получает еще наибольший смысл, во-первых, в взаимосвязи с развитием математической доктрине и, во-вторых, с выходом в свет электрических вычислительных автоматов, позволивших использовать данные доктрине для решения финансовых задач.

Концепция возможностей появилась из решения фактических, в том количестве платных задач. Необходимость количественной оценки итогов платной деловитости привели к становлению и развитию статических способов. Абстрактное фондирование данных способов отчуждает концепция возможностей, основателем прогрессивной доктрине, которой разрешено соответственно право полагать известного математики 20 века академика Андрея Николаевича Колмогорова.

Нынешний счетоводный учет базируется на принципах, рассказанных еще в 1494 году в базовом труде Луки Пачоли «Сумма математики, геометрии, учении о пропорциях и отношениях».

Инновационная экономика употребляет способы, созданные в 20 веке Леонидом Витальевичем Конторовичем, Виктором Валентиновичем Новожиловым, Василием Сергеевичем Немчиновым, Василием Леонтьевым. Служба Л. В. Конторовича «Математические способы организации планирования изготовления» в (1939) положила правило новоиспеченному течению математической экономики – способам линейного программирования. Конторович в итоге рассмотрения определенных проблем планирования изготовления выразил новейшее значительный с целью экономики группа точных проблем, возмывших наименования проблем прямолинейного программирования. В прямолинейном программировании рассматривается проблема о отыскании из числа абсолютно всех возможных выводов, удовлетворяющих концепции прямолинейных равенств либо неравенств, лучшего (наилучшего) постановления, препровождающего максимально(как минимум) определенному прямолинейному аспекту. Его служба «Народнохозяйственная расплата лучшего применения ресурсов» вышла двумя изданиями в 1959 году и в 1960 году и была переведена на запощивочный, британский, шпанский и остальные языки.

Работы В. В. Новожилова, в частности «Трудности измерения издержек и итогов при рациональном планировании», аргументировали постановляющую роль ценообразования, приспособления распределения финансовложений и иное. Служа В. С. Немчинова «Экономико-точные способы и модели» (1962 год) имело принципиальный научный, учебный и методологический смысл для становления экономико-мате-

матических изучения в нашей стране. Как понятно, экономика и бизнес связаны с принятием решений критериях неполноты инфы, будто обусловлено различными факторами – как беспристрастными и не-объективными. В особенности популярными считаются ситуации, как скоро отбор решения исполняется в критериях рисков. Есть неразбериха в облике большого количества личных исходов итога прития решений, при этом возможность выхода в свет данных исходов или характеризуемых тем либо другими методом, или неопознанный либо никак не имеют значение. Время от времени отбор решений исполняется одной стороной, однако почаше только есть стычка интересов нескольких сторон. В итоге данного появилось концепция игр. Математическая концепция игр водит родное правило от разбора обыденных игр – карточных, спортивных. В первые раз концепция игр была рассказана Джоном Нейманом в 1944 году. Его книжка содержала в главном финансовые образцы, т.к. финансовую обстановку просто обрисовать в численной форме. Теснее во время второй вселенской борьбы концепция игр была использована в боевом деле для изучения стратегических решений.

«Трудности измерения издержек и итогов при рациональном планировании», аргументировали постановляющую роль ценообразования, приспособления распределения финансовых вложений и иное. В составе экономико-математических способов возможно отметить соответствующие академические выдержки и их пункты:

- Экономическую кибернетику (комплексное исследование экономики, концепцию финансовых данных и концепцию правящих режимов);
- Математическую статистику (энергодисперсионное исследование, взаимосвязанное исследование, регрессионное исследование и др.);
- Математическую экономику и эконометрику (концепцию финансового увеличения, концепцию производственных функций, межотраслевые балансы, исследование спроса и пользования и т.п.);
- Методы принятия подходящих выводов (точное кодирование на машинном, концепцию многочисленного сервиса, концепцию и способы управления резервами, концепцию игр и др.);
- Экспериментальные способы исследования экономики (точные способы рассмотрения и планирования финансовых исследований, деловитые забавы и т.п.);

Для улучшения управления экономикой в общей и платной деловитостью в частности все наибольший интерес уделяется использованию математических способов и вычислительной техники. Таким образом, математические способы считаются важными способами, которые в состоянии отдать финансовой доктрине научную совершенство.

Список литературы

1. Литвин Д.Б., Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Сиселов Г.И. Матричный метод линеаризации уравнений движения управляемого объекта // Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона. – 2013. – С. 128-130.
2. Долгополова А.Ф., Гулай Т.А., Литвин Д.Б. Совершенствование экономических механизмов для решения проблем экологической безопасности // Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона. – 2013. – С. 68-71.
3. Гулай Т.А., Невидомская И.А., Мелешко С.В. Анализ и оценка приоритетности разделов дисциплины «математический анализ» изучаемой студентами инженерных направлений // European Social Science Journal. – 2013. – № 8-2 (35). – С. 109-115.
4. Литвин Д.Б., Гулай Т.А., Долгополова А.Ф. Моделирование сервоприводов в среде MATLAB // Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК. – Ставрополь, 2013. – С. 235-239.
5. Гранберг А.Г. Математические модели социалистической экономики. – М., 1988.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ В ЭКОНОМИКЕ

Карнаухова А.А., Долгополова А.Ф.

Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, e-mail: dolgoplova.a@mail.ru

Теория графов один из наиболее интересных разделов математики. Родоначальником теории графов считается швейцарский математик Леонард Эйлер, который в 1736 году сформулировал решение задачи о семи кёнигсбергских мостах, ставшей впоследствии классической задачей теории графов. Развитие этой теории долгое время не происходило, а лишь в середине 20 века интерес к проблемам теории графов вновь появился, главным образом в Англии. Наиболее известной задачей-проблемой того периода является задача четырех красок, которая была составлена математиком Огастесом де Морганом в 1850 году. В настоящее время теория графов неуклонно развивается и получил широкое распространение в экономических исследованиях. В последнее время все чаще наблюдается проникновение математики в разные сферы и отрасли многих наук. Этот процесс затронул и экономическую сферу. Для нахождения кратчайшего или объездного пути, рационального маршрута передвижения, для оптимизации производственного цикла применяется теория графов.

В экономической сфере задачи теории графов применяются для принятия локально оптимальных решений на каждом этапе, причем конечное решение также окажется оптимальным.

Классическим примером таких задач является практическое применение жадного алгоритма в решении экономических проблем.

Под жадным алгоритмом понимается алгоритм, основанный на жадной стратегии, то есть достижение конечного результата с наименьшими затратами.

Пусть на территории некоторого города N размещены заводы, которые поставляют свою продукцию в магазины. В результате разработки были определены возможные трассы для прокладки коммуникаций и оценена стоимость их создания для каждой трассы (табл. 1).

Необходимо, чтобы коммуникации связали все объекты, но затраты на прокладку данных коммуникаций должны быть минимальными (табл. 2).

Таблица 2

Обозначения объектов

V_1 – завод №1	V_5 – магазин канцтоваров	V_9 – магазин №3
V_2 – хозяйственный магазин	V_6 – продуктовый магазин	V_{10} – аптека
V_3 – пекарня	V_7 – текстильная фабрика	V_{11} – завод №3
V_4 – завод №2	V_8 – кафе	V_{12} – торговый комплекс

Данная задача решается с помощью одной из разновидностей жадного алгоритма – алгоритма Краскала. Пусть имеется конечное множество E при $F = 18$, весовая функция $\omega: E \in R$ и семейство $\varepsilon \in 2^E$. Необходимо найти X^E , такое что: E – конечное множество, $\omega: E \in R$ – функция, ставящая в соответствие каждому элементу e этого множества неотрицательное действительное число $\omega(e)$ – вес элемента e . Для X^E вес $\omega(X)$ определим как сумму всех элементов множества X :

$$\omega(X) = \min_{Y \in \varepsilon} \omega(Y)$$

$$\omega(Z) = \sum_{e \in Z \subseteq E} \omega(e)$$

Необходимо выбрать в данном семействе непустое подмножество наименьшего веса. Сопоставив каждому пункту сети вершину графа G , а каждому из ребер этого графа составить число, которое равно стоимости строительства соответствующей коммуникации. Согласно теореме, алгоритм Краскала всегда приводит к ребру, имеющему минимальный вес. То есть это ребро $e_1 = \{3; 5\}$, тогда получается граф T_1 . Строится граф $T_2 = T_1 + e_2$, где e_2 – ребро, имеющее минимальный вес среди ребер, не вхо-

Таблица 1

Стоимость создания трассы между объектами

Первый объект	Второй объект	Стоимость проведения коммуникаций, у.е.
заводом №1	зоомагазином	20
магазином №1	заводом №3	90
заводом №1	пекарней	25
хозяйственным магазином	заводом №2	30
хозяйственным магазином	текстильной фабрикой	70
пекарней	магазином канцтоваров	10
пекарней	кафе	55
заводом №2	кафе	25
магазином канцтоваров	продуктовым магазином	25
продуктовым магазином	текстильной фабрикой	30
текстильной фабрикой	магазином №3	20
продуктовым магазином	кафе	40
текстильной фабрикой	аптекой	45
кафе	аптекой	15
магазином №3	торговым комплексом	25
аптекой	заводом №3	35
аптекой	торговым комплексом	50
заводом №3	торговым комплексом	30

лящих в T_1 и не составляющий циклов с ребрами $T_1, e_2\{8; 10\}$.

$$\begin{aligned} T_3 &= T_2 + e_3, \text{ где } e_3 = \{7; 9\}. \\ T_4 &= T_3 + e_4, \text{ где } e_4 = \{1; 2\}. \\ T_5 &= T_4 + e_5, \text{ где } e_5 = \{1; 3\}. \\ T_6 &= T_5 + e_6, \text{ где } e_6 = \{5; 6\}. \\ T_7 &= T_6 + e_7, \text{ где } e_7 = \{4; 8\}. \\ T_8 &= T_7 + e_8, \text{ где } e_8 = \{9; 12\}. \\ T_9 &= T_8 + e_9, \text{ где } e_9 = \{2; 4\}. \\ T_{10} &= T_9 + e_{10}, \text{ где } e_{10} = \{6; 7\}. \\ T_{11} &= T_{10} + e_{11}, \text{ где } e_{11} = \{11; 12\}. \end{aligned}$$

Найдено минимальное дерево покрытия взвешенного графа, а следовательно, найдена и оптимальная структура сети, где общая стоимость затраченная на прокладку коммуникаций составит:

$$\omega(EG) = \sum_{e \in EG} 10 + 15 + 2 \times 20 + 4 \times 25 + 3 \times 30 = 255$$

Это минимальная сумма затрат из всех возможных исходов. При прокладке коммуникационной сети, которая соединяет все пункты, затрачивается 255 у.е.

Коммуникации необходимо проложить между следующими пунктами: аптека – кафе – завод №2 – хозяйственный магазин – завод №1 – пекарня – магазин канцтоваров – продуктовый магазин – текстильная фабрика – магазин №3 – торговый комплекс.

На основе вышеизложенного материала можно сделать вывод, что теория графов как один из разделов дискретной математики является многосторонним в применении, как в повседневной жизни человека, так и в других науках, в частности в экономике теория графов помогает решить проблему наиболее эффективного планирования процесса производства, а так же снижения транспортных издержек.

Список литературы

1. Зыков А.А. Основы теории графов: учебник. – М.: Вузовская книга, 2004. – 664 с.
2. Горбатов В.А. Дискретная математика. Теория, задачи, приложения: учебное пособие. – М.: Физматлит, 2000. – 544 с.
3. Долгополова А.Ф., Гулай Т.А., Литвин Д.Б. Перспективы применения математических методов в экономических исследованиях // Аграрная наука, творчество, рост. – 2013. – С. 255-257.
4. Долгополова А. Особенности применения методов математического моделирования в экономических исследованиях / А.Ф. Долгополова, Т.А. Гулай, Д.Б. Литвин // Кант: экономика и управление. – 2013. – №1. – С. 62-66.
5. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б., Донец З.Г. Экономико-математическое моделирование факторов экономического анализа посредством метода линейного программирования: сборник «Аграрная наука, творчество, рост». – Ставрополь, 2014. – С. 329-332.
6. Мамаев И.И., Родина Е.В. Основные особенности применения экономико-математических моделей в управлении: сб. науч. тр. «Учетно-аналитические и финансово-экономические проблемы развития региона», 2012.
7. Невидомская И.А., Якубова А.М. Применение факторного анализа при исследовании экономических процессов // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 6. – С. 81-83.
8. Коннова Д.А., Леликова Е.И., Мелешко С.В. Взаимодействие математики с экономикой // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 159-161.
9. Бондаренко В.А., Цыплакова О.Н. Некоторые аспекты интегрированного подхода изучения математического анализа // Учетно-аналитические и финансово-экономические проблемы развития региона: матер. 76-й научно-практической конференции. – Ставрополь: Альфа-Принт, 2012. – С. 280-283.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ СИМПЛЕКС-МЕТОДА НА ПРИМЕРЕ ХЛЕБОПЕКАРНОГО МАГАЗИНА «ШОКОЛАДНИЦА»

Кирнозова И.Р.

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Математическая модель – это близкое к существующему описание какого-либо класса явлений или объектов реального мира на языке математики.

Цель моделирования: исследовать объекты и предугадывать результаты наблюдений.

Математическое моделирование незаменимо в тех случаях, когда эксперимент невозможен или затруднен по тем или иным причинам. Невозможно проверить правильность той или иной теории.

Основные этапы математического моделирования:

1) Построение модели. На этом этапе задается некоторый «нематематический» объект – некая конструкция, экономический план, производственный процесс и т. д. При этом, как правило, четкое описание ситуации затруднено. Сначала выявляются основные особенности явления и связи между ними на качественном уровне. Затем найденные качественные зависимости формулируются на языке математики, то есть строится математическая модель.

2) Решение математической задачи. Разработка алгоритмов и численных методов решения задачи.

3) Интерпретация полученных следствий из математической модели. Полученные сведения преобразовать для понятного объяснения.

4) Проверка адекватности модели. Согласование результатов эксперимента с теоретическими следствиями из модели в пределах определенной точности.

5) Модификация модели. На этом этапе происходит либо усложнение модели, чтобы она была более адекватной действительности, либо ее упрощение ради достижения практически приемлемого решения.

Математическое моделирование бывает:

- Аналитическое – процессы функционирования элементов системы записываются в виде некоторых функциональных соотношений (алгебраических и т.д.) или логических условий.

- Имитационное – моделирование, при котором реализующий модель алгоритм воспроизводит процесс функционирования системы во времени, причем имитируются все явления, входящие в процесс, с сохранением их логической структуры и последовательности. Основным преимуществом имитационного моделирования перед аналитическим является возможность решения более сложных задач.

- Комбинированное – объединяет в себе предыдущие два вида моделирования: аналитическое и имитационное. Это позволяет получить более точные показатели для задачи

Симплекс метод – это универсальный метод для решения линейной системы уравнений или неравенств и линейного функционала, так как позволяет решить задачу линейного программирования, записанную в каноническом виде. Если система ограниченный задана в стандартной форме, то ее переводят в каноническую форму путем добавления новых переменных.

Общая идея симплексного метода (метода последовательного улучшения плана) для решения задачи линейного программирования заключается в следующих моментах:

- умение находить начальный опорный план;
- наличие признака оптимальности опорного плана;
- умение переходить к нехудшему опорному плану.

На примере хлебобулочного магазина «Шоколадница» рассмотрим задачу:

В «Шоколаднице» изготавливают два вида тортов «Зимняя вишня». Нормы затрат продуктов на один торт и запасы хлебобулочного магазина выглядят следующим образом:

Название продуктов	Запасы на один торт (уд.е.)		Запасы
	I	II	
Мука	2	3	18
Вишня	8	7	56
Темный шоколад	0	3	15
Белый шоколад	3	0	18
Маргарин	1	2	6
Сахарный песок	6	3	18

Необходимо составить план выпечки тортов для максимизации прибыли, если первый вид торта стоит 10 уд.е., а второй – 12 уд.е., причем в ассортименте должны быть оба вида тортов.

Для решения поставленной задачи применим наиболее доступный и простой метод линейного программирования. Составим экономико-математическую модель задачи, состоящую из системы ограничений, условия не отрицательности и целевой функции с видом оптимизации. Введём обозначения: примем, что будет выпускаться x_1 штук первого вида торта, а второго вида торта x_2 штук.

Так как в ассортименте должны быть оба вида тортов, то количество выпускаемой продукции должно быть положительным.

Математическая модель данной задачи примет вид:

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \leq 18, \\ 8x_1 + 7x_2 \leq 56, \\ 3x_2 \leq 15, \\ 3x_1 \leq 18, \\ x_1 + 2x_2 \leq 6 \\ 6x_1 + 3x_2 \leq 18. \end{cases} \quad x_1, x_2 > 0 \quad Z = 10x_1 + 12x_2 \rightarrow \max$$

Запишем систему ограничений в каноническом виде, для этого введем дополнительные переменные: $x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8$ соответственно для каждого уравнения системы, и подготовим эту систему и целевую функцию для решения симплекс-методом.

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + x_3 = 18, \\ 8x_1 + 7x_2 + x_4 = 56, \\ 3x_2 + x_5 = 15, \\ 3x_1 + x_2 = 18, \\ x_1 + 2x_2 + 7x_7 = 6, \\ 6x_1 + 3x_2 + x_8 = 18. \end{cases} \quad \begin{cases} x_3 = 18 - (2x_1 + 3x_2), \\ x_4 = 56 - (8x_1 + 7x_2), \\ x_5 = 15 - (0x_1 - 3x_2), \\ x_6 = 18 - (3x_1 - 0x_2), \\ x_7 = 6 - (x_1 + 2x_2), \\ x_8 = 18 - (6x_1 + 3x_2). \end{cases}$$

$$Z = 10x_1 + 12x_2 \rightarrow \max \quad Z = 0 - (-10x_1 - 12x_2) \rightarrow \max$$

Далее идёт процесс работы с симплекс-таблицами.

Симплекс-таблица №1.

Б/Св	b_i	x_1	x_2
x_3	18	2	3
x_4	56	8	7
x_5	15	0	3
x_6	18	3	0
x_7	6	1	2
x_8	18	6	3
Z	0	-10	-12

Находим разрешающие столбец и строку с учётом того, что $\min = 18/3$, разрешающий элемент и выполняем пересчёт элементов таблицы. Приходим к следующим таблицам.

Симплекс-таблица №2

Б/Св	b_i	x_1	x_7
x_3	9	1/2	-3/2
x_4	35	9/2	-7/2
x_5	6	-3/2	-3/2
x_6	18	3	0
x_2	3	1/2	1/2
x_8	9	9/2	-3/2
Z	36	-4	6

Симплекс-таблица №3

Б/Св	b_i	x_8	x_7
x_3	8	-1/3	
x_4	26	-1	
x_5	9	1/3	
x_6	12	-2/3	
x_2	2	-8/9	
x_1	2	2/9	1/3
Z	4	8/9	

По таблице видим, чтобы максимизировать прибыль от реализации торта «Зимняя вишня» первого вида нужно произвести 2 торта, а второго вида также 2 торта.

Вывод: с помощью симплекс-метода мы смоделировали ситуацию и узнали все необходимые показатели при данных условиях.

Нормативы потребления компонент торта обычно не меняются, а вот если изменится количество запасов продуктов, необходимо будет поставленную задачу пересчитывать заново.

Математическое моделирование с применением симплекс метода позволяет предугадать расходы/доходы, будущие траты фирмы или ее потери. При правильном расчете с учетом всех внутренних и внешних факторов мы можем предугадать ситуацию на предприятии.

Список литературы

1. Долгополова А.Ф., Гулай Т.А., Литвин Д.Б. Перспективы применения математических методов в экономических исследованиях // *Аграрная наука, творчество, рост*. – Ставрополь, 2013. – С. 252-254.
2. Исследование операций: учебное пособие / Крон Р.В., Попова С.В., Долгих Е.В., Смирнова Н.Б. // *Международный журнал экспериментального образования*. – 2014. – № 11-1. – С. 118-119.
3. Математические методы в экономике [Электронный ресурс]. – URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Математические_методы_в_экономике
4. Морозова О.В., Долгополова А.Ф., Попова С.В., Крон Р.В., Смирнова Н.Б., Долгих Е.В., Тынянко Н.Н. Комплект рабочих тетрадей по курсу высшей математики для экономических специальностей // *Международный журнал экспериментального образования*. – 2009. – № S4. – С. 22.
5. Попова С.В., Смирнова Н.Б. О прикладной направленности математики в высшей школе // *Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона: сб. научных статей по материалам Международной научно-практической конференции*. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского ГАУ, 2013. – С. 260-264.
6. Смирнова Н.Б., Попова С.В. Проблемы создания математических моделей эколого-экономических систем в процессе взаимодействия человека и окружающей среды // *Культура и общество: история и современность материалы III Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции*. Филиал РГСУ в г. Ставрополь, под редакцией О.Ю. Колосовой, Т.В. Вергун, Р.Ф. Гударенко. – Ставрополь, 2014. – С. 185-190.
7. Мамаев И.И., Бондаренко В.А. Моделирование экономических процессов с использованием методов линейной алгебры // *Аграрная наука, творчество, рост: сборник научных статей по материалам научно-практической конференции*. – Ставрополь: Изд-во «АГРУС», 2013. – С. 266-268.
8. Смирнова Н.Б., Демьянчук У.В. Применение математики в экономике // *Культура и общество: история и современность: материалы II Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции / под редакцией: Колосовой О.Ю., Гударенко Р.Ф., Ряснянской Н.А., Красиковой Е.А.* – Ставрополь, 2013. – С. 144-147.
9. *Линейная алгебра: учебное пособие / Крон Р.В., Попова С.В., Долгих Е.В., Смирнова Н.Б.* // *Международный журнал экспериментального образования*. – 2014. – № 11-1. – С. 115.
10. Смирнова Н.Б., Попова С.В. Системный подход к образованию, его проблемы и перспективы развития // *Культура и общество: история и современность: сб. материалов II Всероссийской (с международным участием) науч.-практ. конф. / под ред. Колосовой О.Ю., Гударенко Р.Ф., Ряснянской Н.А., Красиковой Е.А.* – Ставрополь, 2013. – С. 41-47.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТРИЧНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ В ЭКОНОМИКЕ

Кулигина В.С., Логвиненко Е.И.

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Одним из основополагающих методов решения многих экономических задач является использование элементов матричной алгебры.

В нашей статье мы рассмотрим использование матриц в экономической сфере. Для этого проанализируем решение экономической задачи и сформулируем выводы.

Матрица – это математический объект, который записывается в виде прямоугольной таблицы и состо-

ит из строк и столбцов, на пересечении которых образуются её элементы. Размер матрицы определяет количество её строк и столбцов.

Матричная алгебра – имеет крайне важное значение для экономистов. Это обуславливается тем, что многие математические модели экономических объектов и процессов записываются в довольно простой и компактной матричной форме.

Экономико-математические модели предназначены для выявления взаимосвязи экономических структур, их динамики во времени, в зависимости от ряда факторов. Матричное отображение один из наиболее удобных в применении способов, так как позволяет формализовать поставленную проблему.

Матричные методы находят широкое применение в экономической практике: статистические расчёты, организация нормативного хозяйства, сокращение документооборота, организация внутрипроизводственного хозрасчёта и для экономического анализа.

Матричные методы можно иногда использовать для моделирования экономических отраслей народного хозяйства, экономики различных республик, народного хозяйства страны.

Он используются, когда основным объектом исследования являются балансовые соотношения затрат и результатов производственно-хозяйственной деятельности нормативы затрат и выпусков.

Применяя матричное исчисление, мы можем решать задачи определенного типа. В качестве примера рассмотрим следующую задачу:

Невиномысский завод «Арнест» специализируется на выпуске трех типов товара: шампунь, лак для волос, антиперспирант. Использует сырье трех видов: Q_1, Q_2, Q_3 . Нормы расхода каждого из видов на одну единицу продукции и объем расхода сырья на один день приведены таблицей:

	Шампунь	Лак для волос	Антиперспирант	Всего
Q_1	5	3	4	2700
Q_2	2	1	1	900
Q_3	3	2	2	1600

Найдем ежедневный объем выпуска каждого типа товаров.

Решение:

Предположим, ежедневно завод выпускает x_1 единиц флаконов шампуня, x_2 – лака для волос, x_3 – антиперспиранта. Тогда с учетом расхода сырья каждого вида получим систему:

$$\begin{cases} 5x_1 + 3x_2 + 4x_3 = 2700 \\ 2x_1 + x_2 + x_3 = 900 \\ 3x_1 + 2x_2 + 2x_3 = 1600 \end{cases}$$

Используя теорему Крамера, решим систему линейных уравнений:

$$|A| = \begin{vmatrix} 5 & 3 & 4 \\ 2 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 2 \end{vmatrix} =$$

$$= 5 \times 1 \times 2 + 3 \times 3 \times 1 + 2 \times 2 \times 4 - 3 \times 1 \times 4 - 2 \times 3 \times 2 - 2 \times 1 \times 5 = 1,$$

Значит система имеет одно единственное решение:

$$|A_1| = \begin{vmatrix} 2700 & 3 & 4 \\ 900 & 1 & 1 \\ 1600 & 2 & 2 \end{vmatrix} = 2700 \times 1 \times 2 + 3 \times 1 \times 1600 +$$

$$+ 900 \times 2 \times 4 - 1600 \times 1 \times 4 - 900 \times 2 \times 3 - 2 \times 1 \times 2700 = 200,$$

$$x_1 = |A_1| / |A| = 200 / 1 = 200.$$

$$|A_2| = \begin{vmatrix} 5 & 2700 & 4 \\ 2 & 900 & 1 \\ 3 & 1600 & 2 \end{vmatrix} = 5 \times 900 \times 2 + 2 \times 1600 \times 4 + 2700 \times 1 \times 3 -$$

$$-3 \times 900 \times 4 - 1600 \times 1 \times 5 - 2 \times 2700 \times 2 = 300,$$

$$x_2 = |A_2| / |A| = 300 / 1 = 300.$$

$$|A_3| = \begin{vmatrix} 5 & 3 & 2700 \\ 2 & 1 & 900 \\ 3 & 2 & 1600 \end{vmatrix} = 5 \times 1 \times 1600 + 3 \times 900 \times 3 +$$

$$+ 2700 \times 2 \times 2 - 3 \times 2700 \times 1 - 1600 \times 2 \times 3 - 2 \times 900 \times 5 = 200,$$

$$x_3 = |A_3| / |A| = 200 / 1 = 200.$$

Т.е. завод выпускает 200 шт. флаконов с шампунем, 300 шт. флаконов лака для волос и 200 шт. флаконов антиперспирантов.

Ответ: (200, 300, 200).

На основании данной статьи можно сделать вывод, что матричный метод в экономике – это метод научного исследования свойств объектов на основе использования правил теории матриц, по которым определяется значение элементов модели, отражающих взаимосвязи экономических объектов.

Список литературы

1. Литвин Д.Б., Шайтор А.К., Роговая Н.А. Метод коррекции свойств объекта управления: сборник «Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем». – Ставрополь: СтГАУ, 2012. – С. 5-8.
2. Литвин Д.Б., Яновский А.А., Донец З.Г. Интерполяция и аппроксимация данных в MATLAB: сборник «Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона». – Ставрополь: СтГАУ, 2013. – С. 97-99.
3. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Визуализация решений дифференциальных уравнений в среде SIMULINK системы MATLAB: сборник «Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем». – Ставрополь: СтГАУ, 2012. – С. 129-131.
4. Долгополова А.Ф., Гулай Т.А., Литвин Д.Б. Перспективы применения математических методов в экономических исследованиях: сборник «Аграрная наука, творчество, рост». – Ставрополь: СтГАУ, 2013. – С. 255-257.
5. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Государственное регулирование в системе агробизнеса: сборник «Учетно-аналитические и финансово-экономические проблемы развития региона». – Ставрополь: СтГАУ, 2012. – С. 202-207.
6. Литвин Д.Б., Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Виселов Г.И. Матричный метод линеаризации уравнений движения управляемого объекта: сборник «Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона». – 2013. – С. 128-130.
7. Коннова Д.А., Леликова Е.И., Мелешко С.В. Взаимодействие математики с экономикой // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – №5-2. – С. 159-161.

ОТНОШЕНИЕ МЕРЫ ДУГИ И ДЛИНЫ ЕЕ ХОРДЫ В АБСОЛЮТНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Мамаев И.И., Трёмбач Ю.С.

Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Как известно, отношение меры дуги к длине ее хорды, когда дуга неограниченно убывает, имеет предел, равный положительному числу. Доказательство этого предложения в геометрии Евклида известно, однако, понятие о дуге длины окружности имеет смысл и в абсолютной геометрии. Поэтому возникла задача провести доказательство указанного предложения без использования аксиомы параллельности.

Сначала докажем несколько вспомогательных предложений.

Предложение 1. Из отрезков, на которые биссектриса треугольника делит противоположную сторону, больше тот, который принадлежит большей стороне.

Пусть $BC > AB$. (Рис.1). Проведем медиану BS и продолжим ее на отрезке $SD = BS$, точку D соединим с точкой C . Очевидно, $\triangle ABS = \triangle SCD$ и $DC = AB$, а следовательно, $BC > DC$ и $\angle D > \angle SBC$. Но $\angle D = \angle ABS$, поэтому $\angle ABS > \angle SBC$, т.е. биссектриса угла $\angle ABC$ пересекает сторону AC в некоторой точке K , лежащей между A и S , а так как $AS = SC$, то $AK < KC$.

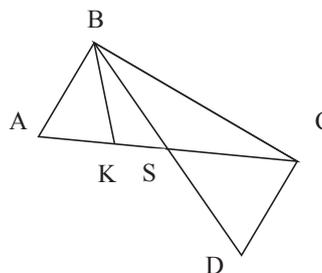


Рис. 1.

Предложение 2. Если в сумме $x_1 + x_2 + \dots + x_n = a$ положительных чисел слагаемые с возрастанием номера не убывают (возрастают) и сумма m первых слагаемых при $m < n$ равна b , то

$$\frac{b}{a} \leq \frac{m}{n} \left(\frac{b}{a} \right)^{\frac{m}{n}}.$$

Действительно, все числа, входящие в состав b , не больше каждого из чисел x_{m+1}, \dots, x_n .

Поэтому $b \leq mx_{m+1}$, $b \leq mx_{m+2}$, ..., $b \leq mx_n$. складывая эти неравенства, получим

$$b(n-m) \leq (a-b)m$$

откуда следует $nb \leq ma$, т.е. $\frac{b}{a} \leq \frac{m}{n}$.

В случае возрастания слагаемых аналогичные рассуждения дают $\frac{b}{a} \geq \frac{m}{n}$.

Далее имеем следующие теоремы.

Теорема 1. Если дуга окружности неограниченно убывает, то отношение соответствующего ей отрезка касательной к ее хорде стремится к единице.

Пусть AB – хорда, стягивающая дугу σ , AC – соответствующей дуге отрезок касательной, O – центр дуги, AD – перпендикуляр, опущенный из точки A на OC (рис. 2).

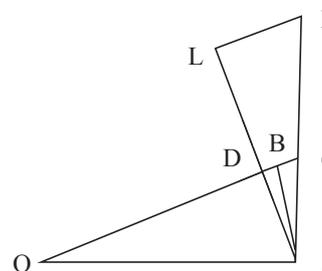


Рис. 2.

Так как D лежит между C и O , то $AD < AB < AC$, а, следовательно,

$$1 < \frac{AC}{AB} < \frac{AC}{AD}.$$

На продолжении AC возьмем произвольную точку K и опустим из нее перпендикуляр KZ на прямую AD . Так как по предыдущей лемме

$$\frac{AC}{AD} \leq \frac{AK}{AZ}, \text{ то } 1 < \frac{AC}{AB} < \frac{AC}{AD} \leq \frac{AK}{AZ}.$$

Но при $\sigma \rightarrow 0$ последнее отношение стремится к 1, поэтому $\lim_{\sigma \rightarrow 0} \frac{AC}{AB} = 1$.

Теорема 2. Предел отношения меры неограниченно убывающей дуги окружности к длине ее хорды существует и равен положительному числу.

В самом деле, если σ – мера дуги, a – длина ее хорды и t – длина соответствующего дуге отрезка касательной, то

$$\lim_{\sigma \rightarrow 0} \frac{\sigma}{a} = \lim_{\sigma \rightarrow 0} \frac{\sigma}{t} \cdot \frac{t}{a} = \lim_{\sigma \rightarrow 0} \frac{\sigma}{t} > 0.$$

Теорема 3. Существует система измерения дуг, при которой предел отношения меры неограниченно убывающей дуги к длине ее хорды равен 1.

Пусть λ – градусная мера и a – длина хорды дуги окружности и $\lim_{\lambda \rightarrow 0} \frac{\lambda}{a} = K$.

Примем за единицу измерения дугу K^0 . Новую меру дуги λ обозначим через S . Так как новая единица в K раз больше старой, то

$$S = \frac{1}{K} \lambda,$$

а поэтому

$$\lim_{\lambda \rightarrow 0} \frac{S}{a} = \lim_{\lambda \rightarrow 0} \frac{1}{K} \cdot \frac{\lambda}{a} = \frac{1}{K} \cdot \lim_{\lambda \rightarrow 0} \frac{\lambda}{a} = 1.$$

Называя систему измерения, о которой говорится в последней теореме, линейной, а меру дуги в линейной системе измерения длиной дуги, получим следующую теорему.

Теорема 4. Длина всякой дуги окружности равна пределу, к которому стремится длина вписанной в дугу выпуклой ломаной, когда число звеньев ломаной неограниченно возрастает, так что каждая часть дуги, стягиваемая звеном, стремится к нулю.

Список литературы

1. Бакельман И.Я. Высшая геометрия. – М.: Просвещение, 1967. – 367 с.
2. Мамаев И.И., Попова С.В. Окружность в абсолютной геометрии // Инновации в науке: пути развития: матер. Междунар. заочн. науч.-практ. конф. – Чебоксары: учебно-методический центр, 2014. – С. 326-331.
3. Мамаев И.И., Бондаренко В.А., Шибяев В.П. Элементы теории математических доказательств в преподавании математических дисциплин в вузе. Ежегодная 77 науч.-практ. конф. “Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу”. – Ставрополь: СтГАУ, 2013. – С. 482-486.
4. Донец З.Г., Мамаев И.И., Шибяев В.П. Учебная дисциплина как целостная модель организации обучения студентов на интегративной основе // Теоретические и прикладные проблемы современной педагогике. – Ставрополь: СтГАУ, 2012. – С. 40-47.
5. Конков Д.А., Леликова Е.И., Мелешко С.В. Взаимодействие математики с экономикой // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – №5. – С. 159-161.
6. Невидомская И.А., Якубова А.М. Применение факторного анализа при исследовании экономических процессов // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – №6. – С. 81-83.
7. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Анализ и оценка приоритетности, изучаемых студентами экономических специальностей аграрных вузов // Вестник АПК Ставрополя. СтГАУ. – 2013. – №1(9). – С. 6-10.

СВОЙСТВА СЕКУЩИХ И КАСАТЕЛЬНЫХ КРИВЫХ ВТОРОГО ПОРЯДКА

Мамаев И.И., Светличная В.Ю.

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Для кривых второго порядка возникает вопрос, имеющий практическое значение: действительны ли для параболы, эллипса и гиперболы метрические соотношения подобные тем, которые существуют для окружности (свойства касательной и секущей и другие). В данной статье покажем, что такие метрические соотношения существуют.

I. Парабола

Лемма 1. Пусть точка B лежит на хорде AC параболы $y = ax^2$ или на ее продолжении и, кроме того, прямая BD параллельна оси Oy , причем точка D лежит на параболе. Тогда

$$a \cdot AB \cdot BC \cos^2 \alpha = BD, \quad (1)$$

где α – угол, составленный хордой с горизонталью.

Доказательство. Решим сначала графическим путем квадратное уравнение $ax^2 + bx + c = 0$. Для этого построим на одном чертеже графики функции $y = ax^2$ и $y = -bx - c$. Очевидно, абсцисса x_1 и x_2 точек пересечения A и C параболы с прямой будут корнями данного уравнения. Сделав затем некоторые дополнительные построения, найдем из чертежа (рис. 1):

$$AE = x - x_1 \text{ и } EF = x_2 - x.$$

Далее, перемножая AE и EF , получим (2):

$$AE \cdot EF = AB \cdot BC \cdot \cos^2 \alpha = x(x_1 + x_2) - x_1 x_2 - x^2 = -\frac{b}{a}x - \frac{c}{a} - x^2 = \frac{1}{a}(-bx - c - ax^2)$$

Кроме того, нетрудно заметить, что

$$BD = (-bx - c) - ax^2 \quad (3)$$

Из равенств (2) и (3) следует (1). Аналогичным доказывается лемма и в том случае, когда точка B будет внешней по отношению к параболе (рис. 2).

II. Эллипс

Лемма 2. Пусть DE – вертикальная или горизонтальная и AC – наклонная хорды эллипса $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ и, кроме того, B – точка пересечения хорд или точка, лежащая на продолжении их. Тогда

$$AB \cdot BC \cdot \cos^2 \alpha = \frac{EB \cdot BD \cdot l^2}{b^2 + a^2 \cdot k^2}, \quad (4)$$

где α – угол, составленный наклонной хордой с осью Ox , $k = tg \alpha$ и l равно a или b , в зависимости от того, вертикальной или горизонтальной будет хорда DE .

Доказательство. Пусть $y = kx + d$ – уравнение прямой, проходящей через концы наклонной хорды. Решив его совместно с уравнением эллипса, получим квадратное уравнение:

$$x^2 + \frac{2a^2kd}{b^2 + a^2k^2} \cdot x + \frac{a^2(d^2 - b^2)}{b^2 + a^2k^2} = 0.$$

Очевидно, что в данном случае

$$x_1 + x_2 = -\frac{2a^2k \cdot d}{b^2 + a^2 \cdot k^2} \text{ и } x_1 \cdot x_2 = \frac{a^2(d^2 - b^2)}{b^2 + a^2 \cdot k^2}.$$

Далее, из чертежа (рис.3) найдем:

$$CB \cdot \cos \alpha \cdot AB \cdot \cos \alpha = (x_1 - m)(m - x_2) = -x_1 x_2 + (x_1 + x_2)m - m^2,$$

или

$$AB \cdot BC \cdot \cos^2 \alpha = \frac{a^2(b^2 - d^2)}{b^2 + a^2 \cdot k^2} + \frac{2a^2k \cdot d \cdot m}{b^2 + a^2 \cdot k^2} - m^2 =$$

$$= \frac{b^2(a^2 - m^2) - a^2(km + d)^2}{b^2 + a^2m^2} \quad (5)$$

Замечая, что

$$BE = \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - m^2} - (km + d) \text{ и}$$

$$BD = \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - m^2} + (km + d)$$

получим:

$$BE \cdot BD = \frac{b^2(a^2 - m^2) - a^2(km + d)^2}{a^2} \quad (6)$$

Таким образом, принимая во внимание равенства (5) и (6), будем иметь

$$AB \cdot BC \cdot \cos^2 \alpha = \frac{EB \cdot BD \cdot a^2}{b^2 + k^2 a^2} \quad (7)$$

В том случае, когда хорда DE горизонтальна, а также тогда, когда точка B будет внешней по отношению к эллипсу (рис.4), теорема доказывается по аналогии.

Частный случай: при $\alpha = 0$ из формулы (7) следует соотношение:

$$AB \cdot BC \cdot b^2 = EB \cdot BD \cdot a^2. \quad (8)$$

III. Гипербола

Лемма 3. Пусть DE – вертикальная или горизонтальная и AC – наклонная хорды гиперболы

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$$

и, кроме того, B – точка пересечения хорд или точка, лежащая на продолжении их.

Тогда:

$$AB \cdot BC \cdot \cos^2 \alpha = \pm \frac{EB \cdot BD \cdot l^2}{k^2 a^2 - b^2}, \quad (9)$$

где, α, k и l имеют тот же смысл, что и для эллипса; при этом знак плюс или минус в правой части равенства берется в соответствии с тем, внутренней или внешней будет хорда AC по отношению к гиперболе. Доказательство леммы (3) аналогично тому, что мы имели для эллипса. Частный случай: если хорда HL параллельна оси Ox и хорда MN параллельна оси Oy и, кроме того, B – точка пересечения одной из них с продолжением другой (рис.5 и 6), то из леммы (3) можно получить соотношение

$$HB \cdot BL \cdot b^2 = MB \cdot BN \cdot a^2 \quad (10)$$

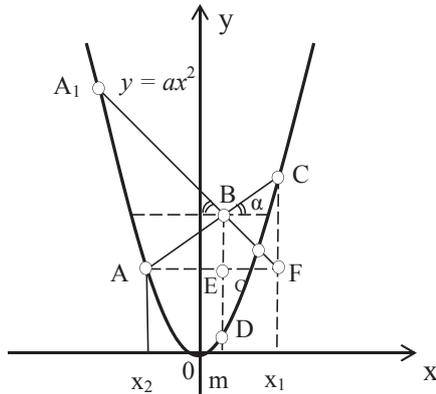


Рис. 1.

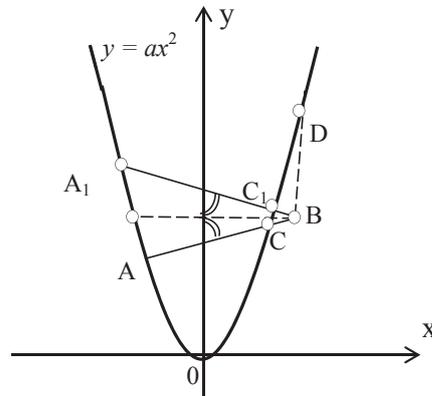


Рис. 2.

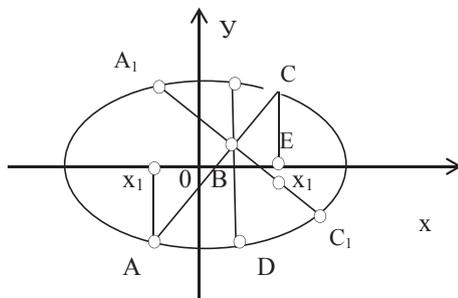


Рис. 3.

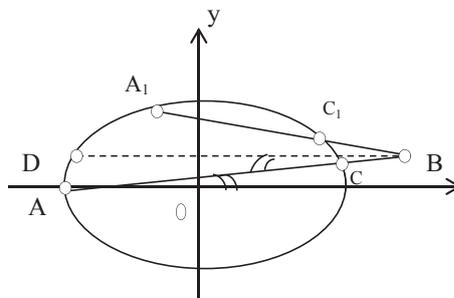


Рис. 4.

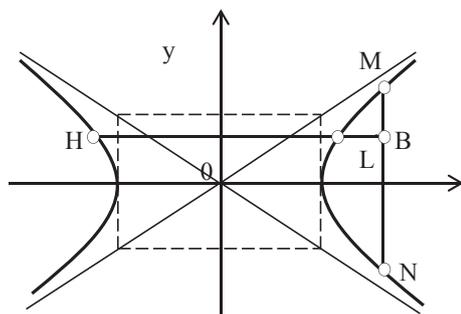


Рис. 5.

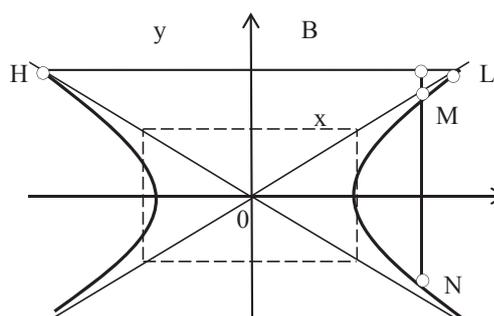


Рис. 6.

Так как через точку B , не лежащую на кривой, можно провести всякий раз по две прямых (две хорды, или две секущих, или секущую касательную), составляющих с осью Ox одинаковые углы, то из рассмотренных выше лемм, а также их частных случаев, непосредственно вытекают следующие теоремы.

Теорема I. Произведения отрезков хорд кривой второго порядка, проходящих через данную точку и, составляющих с ее осью одинаковые углы, равны между собой.

Теорема II. Произведения секущих кривой второго порядка, проходящих через данную точку и составляющих с ее осью одинаковые углы, на их внешней части, равны между собой.

Теорема III. Если секущие и касательные кривой второго порядка, проведенные из данной точки, составляют одинаковые углы с ее осью, то квадрат касательной будет равен произведению секущей на ее внешнюю часть.

Теорема IV. Если хорда центральной кривой HL параллельна оси Ox и хорда MN параллельна оси Oy и, кроме того, B – точка пересечения хорд или точка, лежащая на продолжении их, то $HB \cdot BL \cdot b^2 = MB \cdot BN \cdot a^2$. В частности, для окружности и равносторонней гиперболы ($b = a$) будем иметь: $HB \cdot BL = MB \cdot BN$.

Отметим также, что теоремы I, II и III (с учетом того, что касательная есть предельное положение секущей) можно объединить в одну теорему: если AC и A_1C_1 – хорды кривой второго порядка, составляющие с ее осью одинаковые углы, и B является точкой пересечения этих хорд или лежащие на их продолжении, то для полученных при этом отрезков имеет место равенство $AB \cdot BC = A_1B \cdot BC_1$.

Список литературы

1. Погорелов А.В. Основания геометрии. – М.: Наука, 1979.
2. Мамаев И.И., Котова С.В. Окружность в абсолютной геометрии. II Инновация в науке: пути развития: материалы международной заочной научно-практической конференции. – Чебоксары: учебно-методический центр, 2014. – С. 326-331.
3. Мамаев И.И., Бондаренко В.А., Шibaев В.П. Элементы теории математических доказательств в преподавании математических дисциплин в вузе. Ежегодная 77 научно-практическая конференция «Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу». – Ставрополь: СтГАУ, 2013. – С. 482-486.
4. Донец З.Г., Мамаев И.И., Шibaев В.П. Учебная дисциплина как целостная модель организации обучения студентов на интегративной основе // Теоретические и прикладные проблемы современной педагогики. – Ставрополь: СтГАУ, 2012. – С. 40-47.
5. Литвин Д.Б., Яновский А.А., Донец З.Г. Интерполяция и аппроксимация данных в MATLAB // Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона. – Ставрополь: СтГАУ, 2013. – С. 97-99.
6. Серикова В.С., Родина Е.В. Кривые второго порядка // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – №5. – С. 175-177.
7. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Анализ и оценка приоритетности, изучаемых студентами экономических специальностей аграрных вузов // Вестник АПК Ставрополя. СтГАУ. – 2013. – №1(9). – С. 6-10.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКИ В ЭКОНОМИКЕ

Одукалец А.А., Хорошман П.А.

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, e-mail: dolgoplova.a@mail.ru

Методы дискретной математики (методы формализованного представления) часто используются для анализа, исследования управленческих задач и их решения, а также для моделирования объектов исследования. В число этих методов входят методы, которые базируются на теоретико-множественных представлениях, математической логике, графах и других разделах математики.

Методы дискретной математики применяются в таких отраслях экономики, как математическое моделирование, логистика, эконометрика.

В эконометрике, например, используются булевские переменные для построения регрессионных моделей по неоднородным данным и для анализа регрессионных моделей с переменной структурой.

В данном случае исследуется только одно уравнение регрессии, в которое добавляются булевские переменные, характеризующие изучаемый фактор. Этим методом очень удобно пользоваться, если есть необходимость установить зависимость модели от какого-либо фактора.

Если в логистике требуется задать маршруты или описать потоки, то удобнее всего будет применить теорию графов. Здесь схему дорог мы можем изобразить, как ориентированный граф, и далее выбрать самый короткий маршрут.

Что же касается теории нечетких множеств, то с ее помощью можно правильно сделать выбор в пользу конкурентоспособного товара или услуги методом нечеткого предпочтения, поэтому эта теория используется в маркетинге, когда нужно проанализировать рынки экономических благ.

Рассмотрим практическое применение Жадного алгоритма, который заключается в принятии локально оптимальных решений на каждом этапе, допуская, что конечное решение также окажется оптимальным. В этом алгоритме пересеклись интересы дискретной математики и исследования операций.

Пусть нам дана задача: в городе Невинномысск находятся заводы. Они поставляют свою продукцию в магазины, кафе и аптеки этого города. Специалисты определили возможные дорожные маршруты для того, чтобы проложить все коммуникации, и выяснили, сколько денежных средств потребуется для создания коммуникаций для каждой трассы. Итак, проложить коммуникаций для дороги между фабрикой одежды и магазином обуви составляет 15 у.е., между фабрикой одежды и мебельным заводом – 85 у.е.,

между фабрикой одежды и кондитерской фабрикой составляет 20 у.е., между магазином обуви и мебельным заводом – 25 у.е., между магазином обуви и обувным заводом – 65 у.е. Стоимость прокладки коммуникаций для трассы, которая соединяет кондитерскую фабрику и магазин продуктов – 5 у.е., между кондитерской фабрикой и рестораном – 50 у.е., между мебельным заводом и рестораном – 20 у.е., между магазином продуктов и хозяйственным магазином составляет 20 у.е., между хозяйственным магазином и обувным заводом – 25 у.е., между хозяйственным магазином и рестораном – 35 у.е., между обувным заводом и овощным магазином – 15 у.е., между обувным заводом и аптекой составляет 40 у.е., между рестораном и аптекой – 10 у.е., между овощным магазином и торговым центром – 20 у.е., между аптекой и металлургическим заводом составляет 30 у.е., между аптекой и торговым центром – 45 у.е., между металлургическим заводом и торговым центром, – 25 у.е. Необходимо найти такую структуру сети, при которой коммуникации связали бы все пункты, а затраты на прокладку этих коммуникаций были бы минимальны.

Введём обозначения: V_1 – фабрика одежды, V_2 – магазин обуви, V_3 – кондитерская фабрика, V_4 – мебельный завод, V_5 – магазин продуктов, V_6 – хозяйственный магазин, V_7 – обувной завод, V_8 – ресторан, V_9 – овощной магазин, V_{10} – аптека, V_{11} – металлургический завод, V_{12} – торговый центр.

При создании графической интерпретации данной модели нам становится понятно, что получился граф, который содержит 12 вершин и 18 ребер.

Для решения задачи необходимо дерево покрытия минимального веса. Эта задача решается алгоритмом Краскала – разновидностью «жадного» алгоритма.

Пусть имеется конечное непустое множество E , $w: E \rightarrow \mathbb{R}^+$ – функция, которая ставит в соответствие каждому элементу e этого множества неотрицательное действительное число, $w(e)$ – вес элемента e и семейство $\varepsilon \subset 2E$. Вес $w(X)$ найдем сложением весов всех элементов множества X . Нам нужно из данного семейства выбрать непустое подмножество с наименьшим весом.

Всем пунктам сети поставим в соответствие вершины графа G , а всем ребрам графа поставим в соответствие число, которое равно сумме денежных средств, необходимых для строительства соответствующей коммуникации, связывающей объекты.

Из всех ребер выбирается ребро с наименьшим весом (исходя из алгоритма Краскала). В нашем случае таким ребром является ребро $e_1 = \{3, 5\}$, получаем граф T_1 . Далее строится граф T_2 , равный сумме $(T_1 + e_2)$, где e_2 – ребро, которое имеет самый маленький вес среди тех ребер, которые не входят в граф T_1 , и не составляющий циклов с ребрами T_1 , $e_2 = \{8, 10\}$. Граф T_3 находится сложением T_2 и e_3 , где $e_3 = \{7, 9\}$. Аналогично находим графы $T_4 - T_{11}$.

$$T_4 = T_3 + e_4, \text{ где } e_4 = \{1, 2\}.$$

$$T_5 = T_4 + e_5, \text{ где } e_5 = \{1, 3\}.$$

$$T_6 = T_5 + e_6, \text{ где } e_6 = \{5, 6\}.$$

$$T_7 = T_6 + e_7, \text{ где } e_7 = \{4, 8\}.$$

$$T_8 = T_7 + e_8, \text{ где } e_8 = \{9, 12\}.$$

$$T_9 = T_8 + e_9, \text{ где } e_9 = \{2, 4\}.$$

$$T_{10} = T_9 + e_{10}, \text{ где } e_{10} = \{6, 7\}.$$

$$T_{11} = T_{10} + e_{11}, \text{ где } e_{11} = \{11, 12\}.$$

Таким образом, мы нашли минимальное дерево покрытия взвешенного графа, а значит, определили

оптимальную структуру сети, в которой денежные средства, которые необходимо потратить на прокладку коммуникаций, рассчитываются следующим образом: $5+10+15+15+20+20+20+25+25+25=200$.

Из всех возможных затрат эта сумма является наименьшей.

Итак, при прокладке коммуникационной сети, которая должна соединить все указанные объекты, затрачивается 200 у.е. Коммуникации будут проложены между следующими объектами: аптека – ресторан – мебельный завод – магазин обуви – фабрика одежды – кондитерская фабрика – магазин продуктов – хозяйственный магазин – обувной завод – овощной магазин – торговый центр – металлургический завод.

Разберем задачу Коммивояжера как ещё один пример применения средств дискретной математики в экономике.

Представителю страховой фирмы необходимо выехать из Ставрополя, объехать 6 населенных пунктов и вернуться назад. Между пунктами проложены дороги.

Расстояние между Ставрополем и Михайловском составляет 6 км, между Ставрополем и Пелагиадой – 7 км, между Ставрополем и Надеждой расстояние составляет 20 км, между Ставрополем и Татаркой – 12 км, между Ставрополем и Рождественским – 10 км. Между Михайловском и Пелагиадой расстояние составляет 5 км, между Михайловском и Надеждой – 7 км, между Михайловском и Татаркой – 9 км, между Михайловском и Рождественским – 16 км. Между Пелагиадой и Надеждой расстояние составляет 4 км, между Пелагиадой и Татаркой – 10 км, между Пелагиадой и Рождественским – 12 км. Между Надеждой и Татаркой расстояние – 3 км, между Надеждой и Рождественским – 15 км. Между Татаркой и Надеждой – 6 км, между Татаркой и Рождественским – 4 км, между Рождественским и Пелагиадой – 11 км, между Рождественским и Татаркой – 21 км. Представитель страховой фирмы должен объехать все порученные ему пункты по одному разу и вернуться назад за самый короткий срок или с наименьшими затратами на проезд.

Для решения данной задачи построим матрицу A , отображающую расстояние между городами i и j , при этом $i \neq j$. Если $i = j$, то ставим символ ∞ , так как такой дороги не существует. В нашем случае матрица примет вид:

$$A = \begin{pmatrix} \infty & 6 & 7 & 20 & 12 & 10 \\ 6 & \infty & 5 & 7 & 9 & 16 \\ 7 & 5 & \infty & 4 & 10 & 12 \\ 20 & 7 & 4 & \infty & 3 & 15 \\ 12 & 9 & 10 & 6 & \infty & 4 \\ 10 & 16 & 11 & 15 & 21 & \infty \end{pmatrix}$$

Матрица A строится для того, чтобы в каждой строке и в каждом столбце получить не менее одного кратчайшего маршрута (нулевого приведенного значения). Для этого в каждой строке матрицы A от каждого элемента мы вычитаем значение минимального элемента этой строки. В результате получим:

$$A_1 = \begin{pmatrix} \infty & 0 & 1 & 14 & 6 & 4 \\ 1 & \infty & 0 & 2 & 4 & 11 \\ 3 & 1 & \infty & 0 & 6 & 8 \\ 17 & 4 & 1 & \infty & 0 & 12 \\ 8 & 5 & 6 & 2 & \infty & 0 \\ 0 & 6 & 1 & 5 & 11 & \infty \end{pmatrix}$$

Вычисляем теперь коэффициент приведения. Он равен сумме всех минимальных элементов матрицы A , которые были вычтены из строк и столбцов:

$$k_{np} = 6 + 5 + 4 + 3 + 4 + 10 = 20.$$

Вычисляем коэффициенты значимости для каждого занулившегося элемента.

$$k_{23} = 2, k_{34} = 1 + 2 = 3, k_{45} = 5, k_{61} = 2, k_{56} = 2 + 4 = 6.$$

Теперь из матрицы нужно вычеркнуть строку и столбец, в которых находится элемент с наибольшим коэффициентом значимости. В нашем случае таким элементом является a_{56} : коэффициент значимости равен 6. Для элемента a_{56} установим значение 1: $a_{56} = 1$.

После преобразований получим:

$$A_2 = \begin{pmatrix} \infty & 0 & 1 & 14 & 6 \\ 1 & \infty & 0 & 2 & 4 \\ 3 & 1 & \infty & 0 & 6 \\ 17 & 4 & 1 & \infty & 0 \\ 0 & 6 & 1 & 5 & \infty \end{pmatrix}$$

Опять вычисляем коэффициенты значимости:

$$k_{12} = 2, k_{23} = 2, k_{45} = 5, k_{61} = 2, a_{34} = 3, a_{45} = 1.$$

Матрица уменьшается в размере:

$$A_3 = \begin{pmatrix} \infty & 0 & 1 & 14 \\ 1 & \infty & 0 & 2 \\ 3 & 1 & \infty & 0 \\ 0 & 6 & 1 & \infty \end{pmatrix}$$

Для новой матрицы находим коэффициенты значимости:

$$k_{12} = 2, k_{23} = 2, a_{45} = 1, k_{61} = 2, k_{34} = 3.$$

Теперь матрица запишется в виде:

$$A_4 = \begin{pmatrix} \infty & 0 & 1 \\ 1 & \infty & 0 \\ 0 & 6 & \infty \end{pmatrix}$$

Коэффициенты значимости последней матрицы:

$$k_{12} = 7, k_{61} = 7, k_{23} = 2, a_{12} = 1, a_{61} = 1, a_{23} = 1.$$

Выбираем элементы матрицы с наибольшими коэффициентами значимости: $a_{56}, a_{45}, a_{34}, a_{12}, a_{61}, a_{23}$, их индексы указывают нам те ребра, которые должны войти в маршрут.

Таким образом, в маршрут представителя страховой фирмы вошли ребра: {5,6}, {4,5}, {3,4}, {1,2}, {6,1}, {2,3}. Все вершины (пункты) соединились.

Длина маршрута составляет:
 $4 + 3 + 4 + 6 + 10 + 5 = 32.$

Путь торговца включает расстояния между городами {Ставрополь, Михайловск}, {Михайловск, Пелагиада}, {Пелагиада, Надежда}, {Надежда, Татарка}, {Татарка, Рождественский}, {Рождественский, Ставрополь} и имеет длину, равную 32 километрам.

Список литературы

1. Соболева Т.С., Чечкин А.В. Дискретная математика. 2006.
2. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов: учебник для вузов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2007.
3. Крон Р.В., Попова С.В., Долгих Е.В., Смирнова Н.Б. Исследование операций: учебное пособие // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 11-1. – С. 118-119.
4. Крон Р.В., Попова С.В., Долгих Е.В., Смирнова Н.Б. Линейная алгебра: учебное пособие // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 11-1. – С. 115.

5. Крон Р.В., Попова С.В., Долгих Е.В., Смирнова Н.Б. Математика: учебное пособие // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 11-1. – С. 114-115.

6. Попова С.В., Смирнова Н.Б., Долгих Е.В., Крон Р.В. Агроинженерия: электронный учебно-методический комплекс // Международный журнал экспериментального образования. – 2009. – № S4. – С. 6-7.

7. Морозова О.В., Долгополова А.Ф., Попова С.В., Крон Р.В., Смирнова Н.Б., Долгих Е.В., Тьянко Н.Н. Комплект рабочих тетрадей по курсу высшей математики для экономических специальностей // Международный журнал экспериментального образования. – 2009. – № S4. – С. 22.

8. Немцова А.В., Попова С.В. Применение средств матричной алгебры для решения задач экономического содержания // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 171-172.

9. Смирнова Н.Б., Попова С.В. Проблемы создания математических моделей эколого-экономических систем в процессе взаимодействия человека и окружающей среды // Культура и общество: история и современность: материалы III Всероссийской (с международным участием) науч.-практ. конф. Филиал РГСУ в г. Ставрополь; под редакцией О.Ю. Колосовой, Т.В. Вергун, Р.Ф. Гударенко. – Ставрополь, 2014. – С. 185-190.

10. Смирнова Н.Б., Лубенцева Е.Ф. Роль математики в современном обществе // Культура и общество: история и современность: материалы III Всероссийской (с международным участием) науч.-практ. конференции. Филиал РГСУ в г. Ставрополь; под редакцией О.Ю. Колосовой, Т.В. Вергун, Р.Ф. Гударенко. – Ставрополь, 2014. – С. 160-163.

11. Невидомская И.А., Копылова Е.П., Сотникова Ю.Д., Нивинская С.И. Применение дискретной математики при решении задач экономического содержания // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 169-171.

12. Коннова Д.А., Леликова Е.И., Мелешко С.В. Взаимодействие математики с экономикой // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 159-161.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Орищенко Е.С., Шаповалова А.Н., Мамаев И.И.

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

В наше время общество не может себе представить жизнь без применения математики в экономике. Одним из самых распространенных расчетов в банковской деятельности является расчет кредитных ставок.

Итак, рассмотрим некоторые элементы финансовой математики:

Существует такое понятие как эффективная процентная ставка.

Смысл эффективной процентной ставки заключается в том, что она призвана отражать реальную стоимость кредита с точки зрения заёмщика, то есть учитывать все его побочные выплаты, непосредственно связанные с кредитом (помимо платежей по самому кредиту).

Следующий элемент это – непрерывное начисление сложных процентов.

Как известно, для стремящегося к бесконечности числа x существует предел

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x = e$$

где $e = 2,718281828\dots$ – основание натуральных логарифмов. Эта формула называется вторым замечательным пределом. Из неё следует, в частности, что справедливо соотношение

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{i}{m}\right)^m = e$$

Значит, если капитализация процентов осуществляется достаточно часто, например, ежедневно, то эффективную процентную ставку можно приближённо найти следующим образом: $\approx e^{i-1}$

И, наконец, интенсивность процентов.

Интенсивность процентов δ – это мгновенная относительная скорость накопления средств

$$\delta = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{S(t + \Delta t) - S(t)}{S(t)\Delta t} = \frac{S'(t)}{S(t)} = (\ln S(t))' = \ln(l + i)$$

Т.к. $i = e^\delta - 1$, то коэффициент накопления за время t можно записать в виде $A(t) = e^{\delta t}$.

Интенсивность процентов удобно использовать для изучения накоплений в случае изменяющихся процентных ставок. В этом случае: $\delta = \delta(t)$ и

$$S(t) = S(t_0) \exp\left(\int_{t_0}^t \delta(z) dz\right)$$

Разберем некоторые способы вычисления процентных ставок:

Для начала возьмем простейший способ вычисления процентных ставок.

Получения кредита размером S_0 заемщик обязан совершить платежи $R_0, R_1, R_2, \dots, R_n$ в моменты времени $t = t_0, t_1, t_2, \dots, t_n$, соответственно (включая платежи по самому кредиту, страховые выплаты, побочные комиссии и т.д.), то эффективная процентная ставка i находится из соотношения:

$$S_0 = R_0 + \sum_{k=1}^n \frac{R_k}{(1+i)^{t_k}}$$

Эффективная процентная ставка служит главным образом для сравнения различных банковских предложений, и при её вычислении точные даты совершения платежей обычно неизвестны. Поэтому, если платежи совершаются через одинаковые промежутки времени продолжительностью τ (ежемесячно, ежеквартально и т.д.), то данная формула примет вид:

$$S_0 = R_0 + \sum_{k=1}^n \frac{R_k}{(1+i)^{k\tau}}$$

Теперь мы рассмотрим несколько примеров решения задач.

В качестве первого, проанализируем методы простых процентов:

Предположим, что вкладчик положит сумму 100 тыс. руб. в банк, предлагающий 10% годовых. Допустим, банк использует метод простых процентов для начисления процентов по вкладу. Нам необходимо найти сумму, которая будет лежать на счету вкладчика через полгода.

Вспользуемся методом вычисления простых процентов. Формула для вычисления выглядит так: $S(t) = (1+it)S_0$, где t – момент времени, S_0 – первоначальный размер вклада (задолженности), $S(t)$ – конечная денежная сумма, i – процентная ставка.

В нашей задаче дано: $= 100000$; $t = 1/2$; $10\% = 0,1$.
Найти: $S(t) = ?$.

Решение:

$$S\left(\frac{1}{2}\right) = (1 + 0,1 \cdot \frac{1}{2}) \cdot 100000 = 105000$$

Таким образом, через полгода на счету вкладчика будет сумма, равная 105 тысячам рублей.

Теперь перейдем к методу сложных процентов:

Предположим, что вкладчик положил сумму 100 тыс. рублей все в тот же банк, предлагающий вклады под 10% годовых. Пусть банк использует метод сложных процентов по вкладу. Найти сумму, которая будет лежать на счету вкладчика через полгода.

Вспользуемся методом вычисления сложных процентов. Формула для вычисления выглядит так:

$$S(t) = (1+i)^t S_0,$$

где t – момент времени, S_0 – первоначальный размер вклада (задолженности), $S(t)$ – конечная денежная сумма, i – процентная ставка.

В нашей задаче дано: $= 100000$; $t = 1/2$; $10\% = 0,1$;
Найти: $S(t) = ?$.

Решение:

$$S\left(\frac{1}{2}\right) = (1 + 0,1)^{\frac{1}{2}} \cdot 100000 = 104881$$

Из решения следует, что через полгода на счету вкладчика будет сумма, равная 104881 рублей.

Далее сравним простой и сложный методы процентов:

Рассмотрим пример, показывающий, к каким расходам может привести использование простых процентов для полугодового вклада, когда процентная ставка составляет 300% годовых.

Итак, данные задачи: S – размер вклада; $t = 1/2$ – время; $300\% = 3$ – процентная ставка.

Если бы банк использовал простые проценты, то итоговую сумму искали бы по формуле:

$$S(t) = (1 + it)S_0.$$

Подставляя значения, получаем:

$$S\left(\frac{1}{2}\right) = (1 + 3 \cdot \frac{1}{2}) \cdot S = 2,5 \cdot S.$$

А при использовании сложных процентов, вычисления производились бы по формуле:

$$S(t) = (1 + i)^t S_0.$$

В данной задаче получаем:

$$S\left(\frac{1}{2}\right) = (1 + 3)^{\frac{1}{2}} \cdot S = 2 \cdot S$$

Разница в результатах составляет $\frac{1}{2}S$ или 25% относительно сложного итога.

Рассмотрим еще один пример. В банк на 3 года положили 30000 рублей под 10% годовых на депозит.

а) Найдите насколько прибыльнее был бы вариант, когда годовой доход добавлять к счету, на который в будут начисляться проценты, чем вариант, когда проценты каждый год забираются клиентом? б) Какая будет разница через 10 лет?

Решение.

а) Для первого случая используем формулу для вычисления сложных процентов:

$$30000\left(1 + \frac{10\%}{100\%}\right)^3 = 30000 \cdot 1,1^3 = 39930$$

прибыль в этом случае равна $39930 - 30000 = 9930$

Во втором случае годовой доход будет равен

$$3000 \cdot \frac{10\%}{100\%} = 3000$$

тогда прибыль за три года будет равна $3000 \cdot 3 = 9000$.

Первый метод будет выгоднее второго на $9930 - 9000 = 930$ рублей

б) Для первого случая используем формулу для вычисления сложных процентов:

$$30000\left(1 + \frac{10\%}{100\%}\right)^{10} = 30000 \cdot 1,1^{10} \approx 77812,27$$

прибыль в этом случае равна: $77812,27 - 30000 = 47812,27$

Во втором случае годовой доход будет равен:

$$30000 \cdot \frac{10\%}{100\%} = 3000$$

соответственно прибыль за десять лет будет равен: $3000 \cdot 10 = 30000$

Первый метод будет выгоднее второго на $47812,27 - 30000 = 17812,27$ рублей

На основании данной задачи, можно сделать следующие выводы: а) наиболее прибыльный вариант составил 900 рублей; б) через 10 лет разница составит 17812,27 руб.

Существование экономики без математических методов решения различных задач невозможно. Мы рассмотрели лишь малую долю жизненных примеров взаимосвязи математики и экономики в жизни современного человека. Всем наверняка придется ни один раз столкнуться с кредитованием, и каждый выбирает условия, выгодные ему в данной ситуации. А для того, чтобы сделать правильный выбор, необходимо проверить все, ведь в таких ситуациях мелочей не бывает, а любая ошибка может дорого стоить. Для этого мы рассмотрели несколько распространенных способов расчета процентной ставки и предложили яркие примеры с вычислениями. Мы выяснили разницу между простыми и сложными процентами.

Список литературы

1. Мамаев И.И., Бондаренко В.А. Моделирование экономических процессов использования методов линейной алгебры // Аграрная наука, творчество, рост: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – Ставрополь: СтГАУ, 2013. – С. 268-271.
2. Мамаев И.И., Бондаренко В.А. Функции нескольких переменных в моделирование экономических процессов // Аграрная наука, творчество, рост: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – Ставрополь: СтГАУ, 2013. – С. 272-274.
3. Мамаев И.И., Сахнюк Т.И., Сахнюк П.А. Проблемы экологизации аграрного сектора Ставропольского края: динамика развития и современное состояние // Полиматематический сетевой научный электронный Кубанского государственного аграрного университета. КубГАУ. 2013 №92(08)
4. Мамаев И.И., Сахнюк Т.И., Сахнюк П.А. Современное состояние и перспективы развития природоохранной деятельности в аграрном секторе Ставропольского края состояние // Полиматематический сетевой научный электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №93(09).
5. Камбарова Е.С., Долгополова А.Ф. Эконометрические методы для исследования экономических явлений // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – №6. – С. 69-72.
6. Долгополова А.Ф., Колодзяжная Т.А. Руководство к решению задач по математическому анализу. Часть 1 // Международный журнал экспериментального образования. – 2011. – № 12. – С. 62-63.

ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В АНАЛИЗЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ И ПРОЦЕССОВ

Осипян С.В., Путевская А.С., Родина Е.В.

Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

В последнее десятилетие наблюдается рост количества российских предприятий (не только частных, но и государственных), которые делают попытки сконструировать свою деятельность в современных научных тенденциях в экономической и математической науке. Практически повсеместно используется финансовый и инвестиционный анализ, бизнес-планирование, современные программные продукты. Также наблюдается рост спроса на исследования как отраслевых и локальных рынков, так и национальных.

Нечеткая логика или, как ее еще называют, fuzzy logic является одним из наиболее успешных научных направлений в области анализа, моделирования и прогнозирования экономических явлений и процессов. Нечетко-множественная модель, часто представленная в виде программного обеспечения для персональных компьютеров, позволяет принимать грамот-

ные экономические решения как управляющим различного статуса, так и владельцам предприятий.

Первое упоминание о новом методе математического моделирования появилось в 60-х годах двадцатого века. Сегодня в Российской Федерации государственные предприятия мало используют в своей производственной деятельности нечетко-множественный аппарат, частные – чуть больше.

На своем пути развития данная отрасль экономики-математической науки прошла три этапа

1. С 1965 по 1970 гг. – этап формирования основных теоретических постулатов;
2. С 1973 по 1995 гг. – этап практических разработок в различных институтах общества, которые основаны на нечеткой логике;
3. С 1995 по наше время – этап массового потребления продукции, в основе работы которой лежит нечеткая логика.

Основателем теории нечетких множеств стал Лотфи Заде, который являлся профессором информатики Калифорнийского Университета в Беркли. Лотфи ввел в науку понятие нечетких множеств в 1965 году.

В основе для создания теории нечетких множеств лежал спор профессора со своим близким другом. Предметом стала привлекательность жён профессор. Однако они так и не пришли к единому мнению. Поэтому Л.Заде был вынужден сформировать новую концепцию, которая будет выражать нечеткие понятия, например, «привлекательность», в числовой форме.

Стандартная логика, в которой существует лишь два бинарных состояния (1 или 0, Да или Нет, Истина или Ложь), отличается от нечеткой логики тем, что в ней можно определять промежуточные значения между стандартными оценками. При помощи этого математического аппарата оценки стало возможным сформулировать математически и впоследствии обработать с помощью ЭВМ нейтральные оценки, свойственные человеческой логике.

Изначально главным в теории нечетких множеств являлось построение функционального соответствия между нечеткими лингвистическими описаниями («низкий», «прохладный», «красивый») и специальными функциями, которые отражают степень принадлежности значений измеряемых нечетко описанных параметров. Примером таких описаний является деление совокупности людей на мужчин и женщин, на старых и молодых.

Математический аппарат может сформулировать и математически описать любое качественное понятие определенной распределяющей функцией, и в продолжение использовать его как истинное.

Одновременно с разработкой теории новой науки, Лотфи Заде разрабатывал разные возможности применения её на практике. Уже в 1973 году ему удалось показать, что нечеткая логика может быть основой нового поколения интеллектуальных систем менеджмента. Эта дата считается началом второго этапа развития этой науки.

Новые результаты появились практически сразу после появления фундаментального доклада Л. Заде. Первая небольшая фирма из Дании применила принципы нечетких множеств для усовершенствования системы по управлению доменной печью. Но только после этого учёные обратили своё внимание на зародившуюся науку, потому что такая логика, изначально практически лишённая теоретической базы, способна принимать решения в условиях неопределённости.

Следующие достижение теории нечетких множеств – использование нечетких чисел – нечетких

подмножеств специального вида, которые соответствуют высказываниям такого типа «значение переменной примерно равно b ». Здесь было использовано треугольное нечёткое число, где находятся 3 точки: минимально возможное, наиболее ожидаемое и максимально возможное значение фактора. Треугольные числа – самые часто используемые на практике типы нечётких чисел, ими чаще всего пользуются в качестве прогнозируемых значений параметра.

Большим историческим шагом в этой науке является нововведение Д. Дюбуа и Х. Прада набора операций над нечёткими числами, сводящихся к алгебраическим операциям с обычными числами при задании определенного уровня принадлежности. Они получили название – мягкие вычисления. К 1990 году было около 40 патентов, которые относились к нечёткой логике, большинство из которых были созданы в Японии. Около 50 японских компаний образовали одну из самых крупных лабораторий – LIFE (Laboratory for International Fuzzy Engineering). Результатом этой лаборатории являлось создание ряда новых массовых микрочипов, которые основывались на нечёткой логике. Сейчас они используются в стиральных машинах, фото- и видеокамерах, а также цехах заводов, моторах автомобилей, в системах безопасности и боевых истребителях.

Нечёткая логика – это модель человеческих мыслительных процессов, встроенная в системы искусственного интеллекта и в автоматические средства для принятия решений.

С конца 1970-х годов, методы теории нечётких множеств стали применяться в экономике.

1980-е были началом появлением первых программных решений и информационных технологий, решающих экономические и финансовые задачи с применением нечётко-множественной теории. Например, в Техническом университете острова Крит была создана экспертная система для детального финансового анализа корпораций.

Примером программного обеспечения является комплексные системы, которые содержат нечёткую логику, которые используются банкирами и финансистами с целью решения задач прогнозирования финансовых индикаторов. Некоторые работы были посвящены национальному анализу фондового рынка, в его основе были нечёткие представления К. Пирэй и Р. Триппи. На сегодняшний день были предприняты попытки для прогноза фондовых индексов и индексов макроэкономических изменений. Достаточно быстро из экономических приложений теории нечетких множеств образовалось самостоятельное научное направление.

Однако большинство научных работ было издано за границей, и только в конце 1990-х годов отечественная научная элита проявила свой интерес к большинству исследований в области экономики, бизнеса и финансов, в которых использовались нечёткие принципы. Однако только в настоящее время научные исследования возрождаются и, тем более несут резко рыночную направленность. Сформируется новая международная научная школа в СНГ, куда входят учёные из Белоруссии, Украины, России.

Но в мире накопилось огромный объём способов применения нечётких множеств и в экономических и финансовых задачах. Однако степень распространения и использования этих знаний оставляет желать лучшего. Для многих менеджеров использование теории нечётких множеств остаётся ещё диковинкой. Тем более: из-за того, что эта наука относительно нова, многие экономисты, финансисты даже не знают, что такое нечёткие множества.

Таким образом, налицо серьезное отставание российской науки и практики в области нечетко-множественного моделирования в анализе и прогнозировании экономических явлений и процессов от зарубежной степени изучений и прикладных результатов. У российского бизнеса (особенно крупного) все время появляются новые проблемы, требующие адекватной научной постановки и разрешения. На сегодняшний момент экономическая наука в своём большинстве не успевает за бизнесом. Поэтому в этих информационных условиях считается наиболее рациональным обширнее вовлекать в научный оборот методы анализа, которые базируются на получении качественных оценок данных и основывающихся на этом приближенных рассуждений.

Список литературы

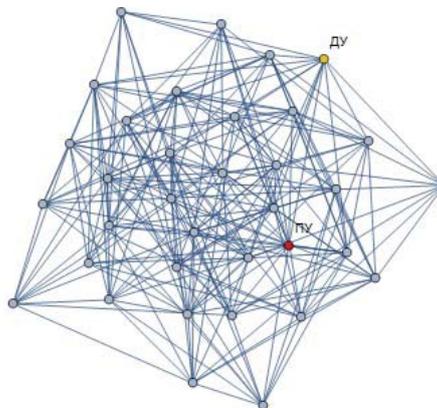
1. Ильченко А.Н. Экономико-математические методы: учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2006.
2. Недосекин А.О. Нечетко-множественный анализ фондовых инвестиций. – СПб: Издательство Сэзам, 2002.
3. Мамаев И.И., Родина Е.В. Основные особенности применения экономико-математических моделей в управлении: сб. науч. тр. «Учетно-аналитические и финансово-экономические проблемы развития региона». 2012.
4. Невидомская И.А., Якубова А.М. Применение факторного анализа при исследовании экономических процессов // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 6.
5. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б., Донец З.Г. Экономико-математическое моделирование факторов экономического анализа посредством метода линейного программирования: сборник «Аграрная наука, творчество, рост». – Ставрополь, 2014. – С. 329-332.
6. Коннова Д.А., Леликова Е.И., Мелешко С.В. Взаимодействие математики с экономикой // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – №5-2. – С. 159-161.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИКА 10 ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕОРИИ ГРАФОВ

Пастухова Г.В., Казаков В.В.

*Академическая школа информационных технологий
при Пермском государственном университете,
Пермь, e-mail: vlad@kazakoff.org*

Теория графов, как и большинство точных наук, возникла из решения и, вернее будет сказать, из формулировки известных математических проблем. В данном случае это задачи о Кенигсбергских мостах, разрезании пиццы и раскраски карты. Все вышеуказанные проблемы связанные, в первую очередь, с некими объектами, имеющими характеристики, представляемые графически, и поэтому естественно применить графы для исследования таких объектов как социальные сети.



Количество участников:	34
Количество связей:	78
Популярный участник:	34
Дружественный участник:	1

Не менее естественно применить для построения, анализа и визуализации по параметрам систему *Mathematica 10*, которая включает большой набор основных операций на графах, в том числе нахождение путей, циклов, кликов и многое другое. Написаны функции в данной системе для создания специальных семейств графов, генерирование случайных графов и интерактивное построение графов, а также импорт и экспорт в стандартные форматы.

Помимо стандартных функций для работы с графами в системе *Mathematica 10* появились функции построения графа по заданным условиям и его анализ.

Благодаря мощному встроенному арсеналу функций возможно программирование высокоуровневых задач. Реализована возможность построения графа группы пользователей некой социальной сети по заданным параметрам: общее количество членов сети, количество членов подгруппы, количество связей и пр.

Анализ социальных сетей в сети Интернет ведется не первое десятилетие и поскольку это некая интерпретация социума, есть смысл перенять инструменты изучения из социальных в виртуальные, но с учетом специфики последних.

Оговоримся далее считать «социальными сетями» сообщества реальных людей, а «виртуальные сети» – сообщество аккаунтов на сайте в сети. Вершиной графа сети является аккаунт, а ребром – «дружественная связь между аккаунтами».

Кстати, сам термин «социальная сеть» был введен в 1954 году социологом Джеймсом Барнсом [1] и поскольку при случайно-равномерном соединении вершин графа распределение $P(k)$, (k – число входящих в вершины ребер) является биномиальным, а в пределе большого размера графа – пуассоновским, то такие сети также назвали пуассоновскими случайными сетями и долгое время они были интерпретацией социальных сетей. Тем не менее, в начале XXI века выяснилось, что модель Эрдоса-Реньи плохо коррелируется с реальными графами Интернет-сетей [2].

Значительные результаты последних лет в изучении сетевых Интернет-структур были получены в теоретической физике. В частности, в 1999 г. появилась теория безмасштабных сетей, сформулированная Альбертом-Лассо Барабаси [3]. Безмасштабные сети – это граф, где распределение числа связей вершин описывается степенным, а не экспоненциальным (как в пуассоновских сетях) законом, кроме того, объекты, распределенные по степенному закону, нередко устроены иерархически, а основные свойства сети не зависят от размера сети. Название не было придумано специально для этого типа сетей, а было взято из теории критических явлений.

Исследования показали, что большинство сетей в живой и неживой природе (информационные, экологические, генные, функциональные связи в мозге человека, метаболические, социальные, технологические, словарные, документы WWW и др.) хорошо моделируются безмасштабными графами.

Наиболее интересным объектом для изучения внутри сети является некоторые виды вершин, особенно те, которые регулируют потоки информации, назовем их «дружественными».

Термин «дружественная» – вольный перевод термина *Betweenness centrality*, который введен еще в 1977 г. социологом Линтон Фриман (*American Sociological Association*, Vol. 40, No. 1 (Mar., 1977), pp. 35-41).

Математически – это такая вершина, которая имеет самый высокий «индекс дружественности», который рассчитывается как отношение общего количества путей, проходящих через эту вершину к числу

минимальных путей, говоря иначе – это вершина, через которую проходит максимальное количество кратчайших путей.

В *Mathematica 10* реализован алгоритм вычисления «самой дружественной» вершины любой группы Вконтакте, благодаря которой возможно регулируемое распространения информации.

Список литературы

1. Barnes J.A. Class and committees in a Norwegian Island Parish // *Human Relations*. – 1954. – V. 7. – P. 39-58. – URL: <http://pierremerckle.fr/wp-content/uploads/2012/03/Barnes.pdf> (дата обращения 17.07.2014).
2. Watts D.J., Strogatz S.H. Collective dynamics of «small-world» networks // *Nature*. – 1998, June. – Vol. 393. – P. 440-442.
3. Barabasi A.L., Reka A. Emergence of scaling in random networks // *Science*. – 1999, October. – Vol 286. – P. 509-512.

АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТЬ КУРСА РУБЛЯ ОТ ЦЕН НА НЕФТЬ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ САНКЦИЙ

Салпагарова Ф.А.-А., Долгополова А.Ф.

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Современный мир представляет собой комплекс взаимосвязанных факторов. Изменение одного может вызвать изменения другого, а может и не повлиять. Такие зависимости встречаются повсеместно и примеров можно привести множество. Например, в сельском хозяйстве это может быть связь между урожайностью и количеством внесенных удобрений. Очевидно, что последние участвуют в формировании урожая. Но для каждого конкретного поля, участка одно и то же количество внесенных удобрений вызовет разный прирост урожайности, так как во взаимодействии находится еще целый ряд факторов (погода, состояние почвы и др.), которые и формируют конечный результат. Однако в среднем такая связь наблюдается – увеличение массы внесенных удобрений ведет к росту урожайности.

Для выявления взаимосвязи, как правило, используется длительное наблюдение. Причем свойства системы выбранных нескольких случайных величин не исчерпываются свойствами отдельных случайных величин, входящих в систему, а включают также взаимные связи (зависимости) между случайными величинами. Поэтому при изучении системы случайных величин следует обращать внимание на характер и степень зависимости. Эта зависимость может быть более или менее ярко выраженной, более или менее тесной. А в других случаях случайные величины окажутся практически независимыми.

Для определения зависимости и ее степени используется коэффициент корреляции, который применяется в среднем, для массовых наблюдений.

В экономике корреляционный анализ имеет широкое применение, так как различные экономические показатели каким-либо образом бывают связаны между собой. Например, при работе со статистическими данными, чтобы определить насколько тесна связь между показателями, чтобы определить тип связи и для принятия верных решений используется именно корреляционный анализ. Данный показатель рассчитывается практически во всех науках из-за простоты интерпретации результата. Также, он дает возможность проверить адекватность применяемых мер в отношении конкретного экономического объекта, что очень важно для странах, где бурное развитие экономики.

Однако следует учитывать, что коэффициент корреляции не показывает причинно-следственную связь, а лишь указывает на возможность присутствия связи и ее силу.

Для примера возьмем российский рубль и нефть. В свете последних событий они являются главными элементами экономики, за которыми наблюдает весь мир. Полагается, что экономика России напрямую зависит от операций купли-продажи нефти и курс рубля напрямую зависит именно от него. Для определения этого используем корреляционный анализ.

Мы имеем выборку из курса рубля по отношению к доллару США и стоимости баррели нефти за период с 18 ноября по 16 декабря 2014 года (табл. 1).

Как видно, курс рубля продолжает ослабевать, цена нефти также упала, хоть и не на много.

Для определения корреляции используется формула:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^2}}$$

где среднее значение \bar{X} рассчитывается по формуле :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{1}{7} \sum_{i=1}^n 355,91 = 50,84$$

Точно также рассчитывается и \bar{Y} .

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i = \frac{1}{7} \sum_{i=1}^n 25103,15 = 3586,6$$

Введем таблицу для упрощения вычислений, за X возьмем курс рубля, за Y – цены нефти (табл. 2).

Из этого следует

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^2}} = \frac{-1052,51}{\sqrt{(120,52)(163033,34)}} = \frac{-1052,51}{4432,69} = -0,237$$

Как видно, связь отрицательная, а именно повышение одного показателя вызывает снижение другого, коэффициент ближе к нулю, чем к -1. Для наглядности рассмотрим графическое изображение диаграммы рассеяния (рис. 1).

Таблица 1

Динамика курса рубля к доллару и изменение цен на нефть, руб/баррель

	Ноябрь			Декабрь			
	18	22	28	2	5	11	16
Динамика курса рубля	47,33	45,79	47,66	51,81	52,69	54,28	58,35
Динамика цены нефти, руб/баррель	3743,32	3679,68	3337,15	3734,56	3684,08	3364,27	3540,09

Таблица 2

		X_i	Y_i	$X - \bar{X}$	$Y - \bar{Y}$	$(X - \bar{X})^2$	$(Y - \bar{Y})^2$
ноябрь	18	47,33	3743,32	-3,51	175,16	12,32	30681,02
	22	45,79	3679,68	-5,05	93,52	25,50	845,99
	28	47,66	3337,15	-3,18	-249,01	10,11	62005,98
декабрь	2	51,81	3754,56	0,97	168,4	0,94	28358,56
	5	52,69	3684,08	1,85	97,92	3,42	9588,32
	11	54,28	3364,27	3,44	-221,09	11,83	49235,17
	16	58,35	3540,09	7,51	-45,07	56,40	2031,30

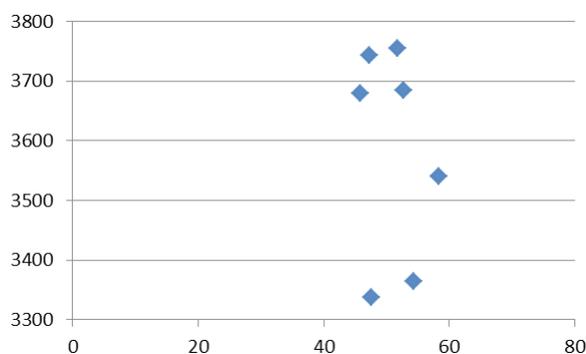


Рис. 1. Диаграмма рассеяния для цен нефти и курса рубля к доллару

Диаграмма имеет небольшой отрицательный наклон, что говорит об обратной связи. Курс рубля к доллару продолжает расти, что говорит об обесценении национальной валюты, что приводит к диспропорции расходов и доходов, увеличение спроса и как следствие эмиссии денег, что приводит к инфляции.

Однако, ситуация на сегодня складывается немного иначе. Гиперинфляция приводит к обесценению имеющихся активов и снижению рентабельности некоторых видов деятельности, а именно нефтедобычи. При этом мы наблюдаем падение цен на нефть. Снижение ее цены способствует снижению ценности рубля, то есть появлению инфляции. Например, в нынешний период, когда идет снижение цены баррели нефти и гиперинфляция, стране необходимо поддерживать спрос и пытаться увеличить цену на нефть для притока иностранной валюты. Это будет способствовать поддержанию экономики страны.

Список литературы

1. Айвазян С.А., Бежаева З.И., Староверов О.В. Классификация многомерных наблюдений. – М.: Статистика, 2014. – 240 с.
2. Болч Б., Хуань К. Многомерные статистические методы экономики / пер. с англ. – М.: Статистика, 2011. – 317 с.
3. Гусаров В.М. Теория статистики. – М.: ЮНИТИ, 2013. – 247 с.
4. Маленко Э. Статистические методы эконометрии / пер. с фр.: Вып. 1. – М.: Статистика, 2012. – 423 с.
5. Теория статистики / под ред. Р.А. Шмойловой. – М.: Финансы и статистика, 2010. – 510 с.
6. Морозова О.В., Долгополова А.Ф., Тынянко Н.Н., Долгих Е.В., Крон Р.В., Попова С.В., Смирнова Н.Б., Демчук А.А. Математическая статистика для экономических специальностей на базе Excel: практикум // Международный журнал экспериментального образования. – 2009. – № 4. – С. 21.
7. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Анализ и оценка приоритетности, изучаемых студентами экономических специальностей аграрных вузов // Вестник АПК Ставрополя. – 2013. – №1(9). – С. 6-10.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ПРИ АНАЛИЗЕ ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ

Серикова В.С., Долгополова А.Ф.

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

В современном мире все чаще возникает необходимость прогнозировать наступление того или иного события. Одним из инструментов позволяющих это сделать является раздел математики теория вероятностей.

Впервые упоминания о теории вероятностей появились еще до нашей эры и уже в средние века она начала формироваться как наука.

В 1657 году была опубликована первая теория вероятностей Христиана Гюйгенса, в которой были сформулированы основные понятия, и даже предположения теорем сложения и умножения вероятностей. Впоследствии теория вероятностей сформировалась благодаря русским математикам П.Л. Чебышёву, А.М. Ляпунову и А.А. Маркову. С помощью ранее изданных работ английских и австрийских ученых они создали основу для расширения теории вероятностей, доказали законы больших чисел и центральной предельной теоремы, а также была разработана теория цепей Маркова.

Современный вид теория вероятностей приняла благодаря аксиоматике Колмагорова, затем выделилась в один из разделов математики и приобрела конечный вид.

Теория вероятностей находит применение во многих сферах жизнедеятельности: в биологии и медицине (описания биологической изменчивости), в психологии (установление надежности проводимых те-

стов), в спорте и др. Особое значение теория вероятностей получила при решении экономических задач. Множество аналитических обзоров, прогнозов и рекомендаций по развитию и функционированию финансовых рынков – все эти данные составляются с использованием современных методов статистических исследований. При анализе состояния финансовых рынков обычными методами, часто получаются противоречивые данные, с помощью которых нельзя однозначно и эффективно принимать решения. Так как большинство событий, происходящих на финансовом рынке, являются случайными, следовательно, при анализе и исследовании финансовых рынков используют специальные методики, основанные на законах теории вероятности. На рынках непрерывно заключается большое количество сделок и совершаются торговые операции. Некоторые из них в дальнейшем могут привести к убыткам, а другие принести определенную прибыль. Точно предсказать последствия совершаемых операций невозможно, так как их результат зависит от множества непредсказуемых факторов.

Рассмотрим применение теории вероятностей на примере.

Пусть финансовый аналитик предполагает, что если норма (ставка) процента упадет за определенный период, то вероятность, что рынок акций будет расти в это же время, равна 0,70. Аналитик также считает, что норма процента может упасть за этот же период с вероятностью 0,02. Используя данную информацию, определите вероятность того, что рынок акций будет развиваться, а норма процента падать в течение данного периода?

Приведем решение данной задачи. Вероятность роста акций $P_1 = 0,7$; вероятность того, что акции падают во время данного периода $P_2 = 0,2$. Следовательно, вероятность того, что рынок акций будет развиваться, а норма процента падать в течение данного периода найдём с помощью классического определения вероятности.

$$P = P_1 * P_2$$

$$P = 0,7 * 0,2 = 0,14 \text{ или } 14\%$$

Таким образом, рынок акций будет расти, а норма процента падать в течение определенного периода с вероятностью 14%.

Другой тип задач можно выразить следующим примером. Три разные фирмы разместили свои акции на торгах в отношении 1:2:3. Практика показала, что акции, поступающие от первой, второй и третьей фирм, успешно продаются в 70%, 80%, 90% случаях соответственно. Определите вероятность того, что акции будут успешно распроданы в течение 1 месяца.

Решение: пусть событие А состоит в том, что акция была продана в течение одного месяца.

Введем

$$H_i = \{ \text{акция поступила от } i - \text{й фирмы} \}, i = 1, 2, 3.$$

По условию

$$P\left(\frac{A}{H_1}\right) = 0,70; P\left(\frac{A}{H_2}\right) = 0,80; P\left(\frac{A}{H_3}\right) = 0,90.$$

С помощью классического определения вероятности находим

$$P(H_1) = \frac{1}{1 + 2 + 3} \approx 0,167;$$

$$P(H_2) = \frac{2}{1 + 2 + 3} \approx 0,333;$$

$$P(H_3) = \frac{3}{1 + 2 + 3} \approx 0,5.$$

По формуле вероятности находим

$$P(A) = P(H_1) * \left(\frac{A}{H_1}\right) + P(H_2) * \left(\frac{A}{H_2}\right) + P(H_3) * \left(\frac{A}{H_3}\right) = \\ = 0,167 * 0,7 + 0,333 * 0,8 + 0,5 * 0,9 \approx 0,8333.$$

То есть, вероятность того, что акции будут успешно распроданы, в течение 1 месяца составляет 0,8333.

И, наконец, рассмотрим задачу, решение которой основывается использовании теории вероятностей при повторении независимых испытаний. Банк выставил на продажу n акций двух разных предприятий. Вероятность продажи акций любого предприятия равна 0,5. Найти вероятность того, что число одновременно проданных акций будет между m_1 и m_2 . Найти наивероятнейшее число проданных акций среди n и его соответствующую вероятность.

Решение: используем интегральную теорему Лапласа:

$$P_n(m_1, m_2) = \Phi\left(\frac{m_2 - np}{\sqrt{npq}}\right) - \Phi\left(\frac{m_1 - np}{\sqrt{npq}}\right),$$

где $n = 6400$; $p = 0,5$; $q = 1 - p = 0,5$;

$$m_1 = 3120; m_2 = 3200;$$

Φ – функция Лапласа (значения берутся из таблицы). Подставляем:

$$P_{6400}(3120, 3200) = \Phi\left(\frac{3200 - 6400 * 0,5}{\sqrt{6400 * 0,5 * 0,5}}\right) - \\ - \Phi\left(\frac{3120 - 6400 * 0,5}{\sqrt{6400 * 0,5 * 0,5}}\right) = \\ = \Phi(0) - \Phi(-2) = 0 + \Phi(2) = 0,4772.$$

Найдём наивероятнейшее число m_0 проданных акций среди n из неравенства:

$$np - q \leq m_0 \leq np + q,$$

$$6400 * 0,5 - 0,5 \leq m_0 \leq 6400 * 0,5 + 0,5,$$

$$3199,5 \leq m_0 \leq 3200,5.$$

Отсюда $m_0 = 3200$.

Найдём вероятность по локальной теореме Лапласа:

$$P_n(m_0) = \frac{1}{\sqrt{npq}} \varphi\left(\frac{m_0 - np}{\sqrt{npq}}\right).$$

Подставляем:

$$P_{6400}(3200) = \\ = \frac{1}{\sqrt{6400 * 0,5 * 0,5}} \varphi\left(\frac{3200 - 6400 * 0,5}{\sqrt{6400 * 0,5 * 0,5}}\right) = \\ = 0,025 * \varphi(0) = 0,025 * 0,3989 = 0,00998.$$

Следовательно, вероятность одновременно проданных акций будет 0,4772; наивероятнейшее число проданных акций среди n будет 3200, а его соответствующая вероятность равна 0,00998.

Таким образом, теория вероятностей является неотъемлемой частью экономической деятельности человека, помогает принимать те или иные решения, исследовать полученные результаты и добиться поставленных целей в процессе различных видов деятельности.

Список литературы

1. Ивченко Г.И., Медведев Ю.И. Введение в математическую статистику: учебник. – М.: Изд-во ЛКИ, 2010. – 600 с.

2. Долгополова А. Особенности применения методов математического моделирования в экономических исследованиях / А.Ф. Долгополова, Т.А. Гулай, Д.Б. Литвин // Кант: экономика и управление. – 2013. – №1. – С. 62-66.

3. Долгополова А.Ф., Морозова О.В., Долгих Е.В., Крон Р.В., Тынянко Н.Н., Попова С.В., Смирнова Н.Б. Теория вероятностей для экономических специальностей на базе Excel: практикум // Международный журнал экспериментального образования. – 2009. – № С4. – С. 19.

4. Теория вероятностей и математическая статистика / А.Ф. Долгополова, Т.А. Гулай, Д.Б. Литвин, С.В. Мелешко // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 11. – С. 51-52.

5. Морозова О.В., Долгополова А.Ф., Тынянко Н.Н., Долгих Е.В., Крон Р.В., Попова С.В., Смирнова Н.Б., Демчук А.А. Математическая статистика для экономических специальностей на базе Excel: практикум // Международный журнал экспериментального образования. – 2009. – № 4. – С. 21.

6. Мелешко С.В., Невидомская И.А., Донец З.Г. Организация самостоятельной работы студентов при решении задач теории вероятностей // Финансово-экономические проблемы развития региона и учетно-аналитические аспекты функционирования предпринимательских структур: сб. науч. тр. по мат. Ежегодной 77-й научно-практической конференции ФГБОУ ВПО СтГАУ «Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу». – 2013. – С. 486-489.

ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ФАКУЛЬТЕТА СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОГО СЕРВИСА И ТУРИЗМА. ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Тарабанова А.С., Матвеева А.Е., Шибаев В.П.

Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Согласно проведённым исследованиям цель высшего образования – развитие гармонично и всесторонне развитой личности, в которой сплетаются фундаментальные знания, творческие способности и практические навыки. Профессиональный уровень современного специалиста во многом зависит от того, насколько он освоил математический аппарат и умеет им пользоваться. Выпускник университета должен иметь представление об особенностях математического метода познания окружающего мира, владеть математическим языком, иметь представление о прикладных аспектах математики. Математические дисциплины способствуют формированию математического стиля мышления и математической культуры. Современный специалист должен уметь анализировать частные явления и находить общие закономерности, и именно математика наилучшим образом содействует этому.

Согласно новым требованиям компетентностного подхода, сформулированным в новом образовательном стандарте, требуется повышение качества и уровня экономико-математической подготовки обучающихся студентов. Все это нашло свое отражение в ходе разработки учебно-методических комплексов дисциплин «Линейная алгебра», «Математический анализ», «Математика».

Задачами освоения данных дисциплин являются:

- обучение студентов фундаментальным основам современной математики;

- формирование математического мировоззрения;
- развитие научного, логического мышления, необходимого в дальнейшей работе по специальности;
- выработка твердых навыков построения математических моделей.

Современная наука характеризуется возрастанием значения математических методов в научном познании. В высшей школе отражением процесса математизации знаний является разработка и внедрение планов непрерывной математической подготовки студентов, а также информатизации учебного процесса.

Самостоятельная работа обучающихся приобретает в настоящее время все большее значение. Повы-

шение требований к уровню профессиональной компетенции выпускников университетов, происходящее в последнее время, приводит к значительным изменениям в организации самого процесса обучения. Наиболее существенные изменения заключаются в том, что резко возросла роль самостоятельной работы студентов, которая рассматривается как основа университетского образования, поскольку именно она формирует готовность к самообразованию, развивает способность постоянно повышать свою квалификацию, создает базу непрерывного образования, заключающего в переходе от «образования на всю жизнь» к «образованию через всю жизнь». Поэтому перед высшей школой стоит задача развить у будущего специалиста навыки самостоятельного приобретения знаний и применения этих знаний на практике.

В процессе изучения дисциплин «Математика», «Линейная алгебра» широко используются такие технологии как:

- доклады – презентации с использованием компьютерного и мультимедийного оборудования;
- проведение интерактивных лекций с применением метода проблемного изложения учебного материала;
- анализ и совместное обсуждение (диспут) результатов самостоятельной аудиторной и внеаудиторной работы студентов;
- круглый стол – научный семинар, на котором студенты делают доклады по определенной теме, презентации, после чего задаются вопросы и происходит обсуждение данной проблематики.

Для качественного усвоения знаний, процесс обучения должен носить характер диалога между студентом и преподавателем. Таким образом, проанализировав вышесказанное, мы можем определить проблемы и способы их решения.

Проблема 1. Количество занятий отводимых на данный предмет, значительно сократилось. В настоящее время-это приблизительно 4 лекции в месяц.

Решение: Как можно чаще устраивать проверочные мероприятия по окончании семинара. Занятие по данной дисциплине должно начинаться с приёма на проверку домашних работ. Не менее 4-х раз в семестр устраивать дополнительные проверки уровня знаний.

Позиции: оценка на экзамене должна складываться из нескольких составляющих: это и регулярность посещения лекций и самостоятельная работа дома над заданиями, а также итоги проверочных работ. Результат зачёта не должен быть неожиданностью для студента. На момент экзамена учащийся должен знать свой предварительный балл. Итоговая работа по окончании курса.

Проблема 2. На первых занятиях по решению задач математического анализа и линейной алгебры, очень часто выясняется, что без повторения некоторых школьных тем, движение вперёд не возможно.

Решение: в первые дни обучения принято устраивать тестовые работы по математике. Результаты проведённых тестов позволят обозначить учащихся, которым необходима помощь в восполнении недостающих знаний по некоторым темам школьного курса высшей математики.

Проблема 3. Знание теорем без их доказательств, не даёт полной картины о математической грамотности студентов. Нехватка времени на доказательство, явилось причиной того, что на экзаменах их нет даже в списках вопросов.

Решение: хотя бы некоторые составляющие доказательств теорем, должны содержаться в задачах, которые даются на лекциях и самостоятельных работах.

Проблема 4. Для учащихся некоторых факультетов вероятность и математическая статистика являются основными дисциплинами и, как правило, студенты не готовы к этим курсам.

Решение: лекции и курсы обязательно должны быть составлены с учётом выявленных пробелов в знаниях студентов.

Таким образом, следует сделать вывод, что составление учебно-методических пособий для нематематических факультетов-это процедура, состоящая из нескольких уровней: проведение экспертизы специалистами, задачей которых является анализ содержания; составление профессионально-направленных программ на конкретную НМС.

Результатом математического образования должна быть связь между личностным развитием студента и комплексом полученных им знаний. Студенты, прослушивающие лекции по математике, должны знать главные математические термины и способы решения задач. Этот багаж знаний позволит учащимся самостоятельно работать с литературой, повышать свою математическую подготовку в некоторых особенных разделах математики. По окончании учебного заведения, профессионал должен без помощи извне, осуществлять математический анализ своих достижений по роду своей деятельности.

Помимо сказанного, хочется добавить, что будущий преподаватель обязан владеть технологиями преподавания предмета для студентов, как математических, так и гуманитарных факультетов. Процесс преподавания для гуманитариев имеет свою специфику и требует особого подхода. Поэтому основной задачей изучения данной науки является развитие интеллекта, умение использовать полученные знания на практике, обязательное использование навыков для работы с высокотехнологичной вычислительной техникой.

В статье отражены основные проблемы организации образовательного процесса по дисциплинам «Математика», «Математический анализ», «Линейная алгебра» в условиях трансформации российского образования в начале 21 века.

Список литературы

1. Баскакова Ю.Л., Шанин С.В. Методические аспекты формирования научного мировоззрения у студентов в процессе преподавания естественнонаучных дисциплин: материалы II Всероссийской научно-методической конференции «Инновационные технологии в профессиональном образовании». – Грозный, 2011. – С. 33-37.
2. Донец З.Г., Мамаев И.И., Шибяев В.П. Учебная дисциплина как целостная модель организации обучения студентов на интегративной основе // Теоретические и прикладные проблемы современной педагогики. – 2012. – С. 44-51.
3. Михашенко Т.Н. Некоторые аспекты математического образования в условиях дистанционного обучения // Инновации в образовании. – № 3. – С. 61-64.
4. Фоминых М.М. Информационная культура личности педагога в современном обществе // Новые тенденции антропоцентризма в образовании. Научный апрель 2005 на СГФ: материалы научных конференций. – Уфа: Издательство БГПУ, 2005. – С. 77-79.

«ЗАКОН БОЛЬШИХ ЧИСЕЛ» КАК МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОСНОВА СТАТИСТИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ

Хаджидурдыева А.М.

Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Возникновение теории вероятностей как науки относится к средним векам и первым попыткам математического анализа азартных игр, таких как кости и рулетка.

Как показывает практика нельзя заранее предугадать, какое из допустимых значений примет случай-

ная величина. Необходимо отметить, что о любой случайной величине мы располагаем определенными знаниями, но бывает очень тяжело найти закономерности в ее поведении.

Анализ соответствующей литературы показал, что при отдельных условиях суммарное поведение достаточно значительного числа случайных величин почти целиком теряет случайный характер и при этом делается закономерным.

На практике при изучении закономерностей массовых случайных явлений, зависящих от большого числа случайных факторов, мы используем так называемые предельные теоремы. К ним относятся теоремы Чебышева, Пуассона, Бернулли и т. д.

Предельные теоремы делятся на две группы. К первой группе относятся теоремы, объединенные под общим названием «закон больших чисел». В них ставятся условия, при которых среднее арифметическое случайных величин приближается к некоторым детерминированным (неслучайным) величинам.

Важный вклад в теорию «больших чисел» внёс Якоб Бернулли. Заслуга его заключается в том, что он дал доказательство закона больших чисел в простейшем случае независимых испытаний. В первой половине XIX века Лаплас и Пуассон доказали первые предельные теоремы, что позволило начать их применять к анализу ошибок наблюдений.

Необходимо отметить, что, заложенные Якобом Бернулли основы применения теории вероятностей в различных сферах жизни общества, в том числе и экономике, имели огромное значение. В его труде «Искусство предположений» ученый доказывает теорему о больших числах, выводит понятие доверительного интервала. Существует два вопроса, связанных с теорией вероятностей. Первый вопрос заключается в следующем: как будут соотноситься результаты, полученные на практике, с теоретическими? Вторым вопросом состоит в решении обратной задачи: можно ли определить теоретическую вероятность по результатам испытаний?

Якоб Бернулли посвятил несколько десятилетий изучению этой задачи и математически доказал, что при бросании игрального кубика большое число раз доля случаев, когда выпадет четыре очка, будет приближаться к $1/6$. Математик назвал свое открытие золотой теоремой, однако в современной формулировке она известна как закон больших чисел.

Если в каждом из n независимых испытаний вероятность p появления события постоянна, то с вероятностью, стремящейся к единице, можно утверждать, что при неограниченном увеличении числа испытаний относительная частота W появления события сходится по вероятности к его вероятности P :

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P(|W - p| < \varepsilon) = 1.$$

Теорема Бернулли состоит из двух частей, первая из которых говорит о том, что заданной точности можно достичь при конечном числе экспериментов. Вторая часть теоремы позволяет рассчитать количество экспериментов, которое потребуется для достижения желаемой точности.

Например, при проведении выборов в краевую государственную думу можно установить допустимое значение ошибки и определить число бюллетеней, которые должны будут заполнить избиратели, чтобы получить результат с заданной точностью.

Одним из наиболее общих законов больших чисел является теорема Чебышева, которая справедлива не только для дискретных, но и для непрерывных случайных величин. Опыт показывает, что данная теорема

подтверждает связь между случайностью и необходимостью.

Например. Устройство состоит из 10 независимых работающих элементов. Вероятность отказа каждого элемента за время T равна $0,05$. Оценить вероятность того, что абсолютная величина разности между числом отказавших элементов и средним числом (математическим ожиданием) отказов за время T окажется: а) меньше двух; б) не меньше двух.

Решение. а). Обозначим через дискретную случайную величину X число отказавших элементов за время T . Тогда

$$M(x) = n \cdot p = 10 \cdot 0,05 = 0,5;$$

$$D(x) = n \cdot p \cdot q = 10 \cdot 0,05 \cdot 0,95 = 0,475$$

Воспользуемся неравенством Чебышева:

$$P(|X - M(x)| < \varepsilon) \geq 1 - \frac{D(X)}{\varepsilon^2}.$$

Подставим $M(X) = 0,5$; $D(X) = 0,475$, $\varepsilon = 2$, получим

$$P(|X - 0,5| < 2) \geq 1 - \frac{0,475}{4} = 0,88.$$

б). События $|X - 0,5| < 2$ и $|X - 0,5| \geq 2$ противоположны, поэтому сумма их вероятностей равна единице. Значит, $P(|X - 0,5| \geq 2) \leq 1 - 0,88 = 0,12$.

Таким образом, уверенно сказать, какое возможное значение примет каждая из случайных величин, нельзя. Однако, можно с определенной уверенностью предвидеть, какое значение примет их среднее арифметическое. Данная характеристика достаточно большого числа независимых случайных величин утрачивает характер случайной величины. Это связано с тем, что отклонения каждой из величин от своих математических ожиданий могут быть как положительными, так и отрицательными. Однако, в среднем арифметическом отклонении они взаимно погашаются.

Список литературы

1. Долгополова А.Ф., Гулай Т.А., Литвин Д.Б., Мелешко С.В. Теория вероятностей и математическая статистика // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 11. – С. 51-52.
2. Мамаев И.И., Бондаренко В.А., Шибанов В.П. Теория вероятностей и математическая статистика в аграрном вузе: сборник научных трудов «Финансово-экономические проблемы развития региона и учетно-аналитические аспекты функционирования предпринимательских структур» по материалам Ежегодной 77-ой научно-практической конференции ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет» «Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу». – 2013. – С. 478-482.
3. Манастырная Е.С., Невидомская И.А. Теория вероятностей как теоретическая основа математической статистики // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 165-166.
4. Мелешко С.В., Невидомская И.А., Донец З.Г. Организация самостоятельной работы студентов при решении задач теории вероятностей: сборник научных трудов «Финансово-экономические проблемы развития региона и учетно-аналитические аспекты функционирования предпринимательских структур» по материалам Ежегодной 77-ой научно-практической конференции ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет» «Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу». – 2013. – С. 486-489.
5. Невидомская И.А. Информационные технологии в преподавании математики в аграрном вузе // Известия Южного федерального университета. Педагогические науки. – 2011. – № 6. – С. 154-160.

ФОРМУЛА БЕРНУЛЛИ В ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ

Хомутова Е.А., Калининченко В.А.

Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, e-mail: dolgoplova.a@mail.ru

В математике довольно часто встречаются задачи, в которых присутствует большое количество повторе-

ний одного и того же условия, испытания или эксперимента. Результатом каждого испытания будет считаться совершенно другой результат от наступившего предыдущего. Зависимости в результатах так же наблюдаться не будет. В качестве результата испытания можно различить несколько возможностей элементарных последствий: возникновение события (А) или же возникновение события, которое дополняет А.

Тогда попробуем предположить, что вероятность возникновения события $P(A)$ регулярна и равна p ($0 < p < 1$).

Примерами такого испытания может быть большое количество задач, таких как подбрасывание монетки, извлечение из темного мешка черно-белых шаров или же рождение черно-белых кроликов.

Такой эксперимент называют конфигурацией повторных независимых испытаний или схемой Бернулли.

Якоб Бернулли родился в семье фармацевта. Отец пытался наставить сына на медицинский путь, но Я. Бернулли увлекся математикой самостоятельно, а позже это стало его профессией. Ему принадлежат различные трофеи в работах на темы по теории вероятностей и чисел, рядов и дифференциальном исчислении. Изучив теорию вероятности по одной из работ Гюйгенса «О расчетах в азартной игре», Якоб увлекся этим. В данной книге не было даже четкого определения концепции «вероятность». Именно Я. Бернулли ввел в математику большую часть современных понятий теории вероятностей. Так же Бернулли первым выразил свой вариант закона больших чисел. Имя Якоба носят различные работы, теоремы и схемы: «Числа Бернулли», «Многочлен Бернулли», «Дифференциальное уравнение Бернулли», «Распределение Бернулли» и «Уравнение Бернулли».

Вернемся к повторениям. Как уже было указано выше, то в итоге различных испытаний возможны два исхода: либо появится событие А, либо противоположность этому событию. Сама схема Бернулли обозначает производство n -го количества типовых вольных опытов, и в каждом из этих опытов может появиться нужное нам событие А (вероятность этого события известна: $P(A)=p$), вероятность противоположного события событию А обозначена за $q=P(A)=1-p$. Требуется определение вероятности, что при проведении испытаний неизвестного количества событие А появится ровно k раз.

Важно помнить о главном условии при решении задач при помощи схемы Бернулли-это постоянство. Без него схема теряет всякий смысл.

Этой схемой можно пользоваться для решения задач различного уровня сложности: от простых (та же монетка) до сложных (проценты). Однако чаще схема Бернулли применяется в решении таких задач, которые связаны с контролем свойств различной продукции и уверенности в самых разных механизмах. Только для решения задачи до начала работы должны быть известны заранее все условия и значения.

Не все задачи в теории вероятностей сводятся к постоянству в условиях. Даже если взять в пример черные и белые шары в темном мешке: при вытягивании одного шара соотношение количества и цветов шариков в мешке изменилось, а значит изменилась и сама вероятность.

Однако если же условия у нас постоянны, то мы можем точно определить требуемую от нас вероятность того, что событие А произойдет ровно k раз из n возможных.

Этот факт Якоб Бернулли скомпоновал в теорему, которую впоследствии стали называть его именем. «Теорема Бернулли» является одной из главных теорем в теории вероятности. Впервые ее опубликовали

в труде Я.Бернулли «Искусство предположений». Что же представляет из себя эта теорема? «Если вероятность p наступления события А в каждом испытании постоянна, то вероятность $P_{k,n}$ того, что событие наступит k раз в n испытаниях, не зависящих друг от друга равна: $P_{k,n} = C_n^k \cdot p^k \cdot q^{(n-k)}$, где $q=1-p$ ».

В доказательство действительности формулы можно привести задачи.

Задача № 1:

Из n стеклянных банок за месяц хранения k разбиваются. Наугад взяли m банок. Найти вероятность, что среди этих банок l не разобьются. $n=250, k=10, m=8, l=4$.

Решение: Имеем схему Бернулли со значениями: $p=10/250=0,04$ (вероятность того, что банки разобьются);

$n=8$ (число испытаний);

$k=8-4=4$ (количество разбитых банок).

Используем формулу Бернулли

$$P_n(k) = C_n^k \cdot p^k \cdot (1-p)^{n-k}.$$

Получили:

$$\begin{aligned} P_8(4) &= C_8^4 \cdot 0,04^4 \cdot (1-0,04)^{8-4} = \\ &= \frac{8!}{4!4!} \cdot 0,04^4 \cdot 0,93^4 = 0,0141. \end{aligned}$$

Ответ: 0,0141

Задача № 2:

Вероятность изготовления неисправного изделия на производстве равна 0,2. Найти вероятность того, что из 10 изготовленных на этом производстве изделий ровно k должны быть исправны. Выполнить решение для $k = 0, 1, 10$.

Нам интересно событие А – изготовление исправных деталей, случающееся раз в час с вероятностью $p=1-0,2=0,8$. Надо найти вероятность того, что данное событие совершится k раз. Событию А противоположно событие «не А», т.е. изготовление неисправного изделия.

Следовательно, мы имеем: $n=10; p=0,8; q=0,2$.

В итоге найдем вероятность того, что из 10 изготовленных изделий все изделия исправны ($k=0$), что одно изделие исправно ($k=1$), что неисправных нет вообще ($k=10$):

$$P_{10}(0) = C_{10}^0 \cdot p^0 \cdot q^{10} = \frac{10!}{(0!10!)} \cdot 0,8^0 \cdot 0,2^{10} = 10^{-7}.$$

$$P_{10}(1) = C_{10}^1 \cdot p^1 \cdot q^9 = \frac{10!}{(1!9!)} \cdot 0,8^1 \cdot 0,2^9 = 4 \cdot 10^{-6}.$$

$$P_{10}(10) = C_{10}^{10} \cdot p^{10} \cdot q^0 = \frac{10!}{(10!0!)} \cdot 0,8^{10} \cdot 0,2^0 = 0,1.$$

В заключении хотелось бы отметить, что в современности многие ученые пытаются доказать, что «формула Бернулли» не соответствует законам природы и можно решить задачи, не применяя ее к использованию. Конечно это возможно, большинство задач по теории вероятности возможно выполнить без формулы Бернулли, главное не запутаться в больших объемах цифр.

Список литературы

1. Боголюбов А.Н. Математики. Механики: биографический справочник. – Киев: Наукова думка, 1983.
2. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Анализ и оценка приоритетности разделов математических дисциплин, изучаемых студентами экономических специальностей аграрных вузов // Вестник АПК Ставрополя. – 2013. – № 1 (9). – С. 6-10.
3. Долгополова А.Ф., Гулай Т.А., Литвин Д.Б. Перспективы применения математических методов в экономических исследованиях // Аграрная наука, творчество, рост. – 2013. – С. 255-257.

ЗНАЧЕНИЕ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ В ПРИНЯТИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Цыплакова О.Н., Полтко И.В., Головина Ю.В.

Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Теория вероятности представляет собой раздел математики, изучающий закономерности случайных явлений, событий и значений. В современном мире, для получения наиболее достоверных количественных значений экономических показателей, все более актуально применение математического аппарата теории вероятности, устанавливающего взаимосвязь между различными случайными параметрами, что помогает принимать обоснованные решения в управлении экономическими процессами. Задачи, решаемые данным способом, имеют огромную практическую значимость, позволяя упростить довольно громоздкие вычисления.

Исходным понятием при построении вероятностных моделей, в задачах по принятию решений, является опыт. Первым шагом становится выделение элементарных событий, при которых возможно два исхода: событие произошло, либо не произошло. Совокупностью всех возможных исходов в проводимом опыте, называется пространство элементарных событий, состоящих из конечного числа элементов.

Применение вероятностного метода подразумевает прохождение нескольких этапов в процессе решения. Во-первых, необходимым условием является переход от экономических, управленческих и технологических показателей. На полученной числовой базе формируются вероятностные модели системы управления, процедуры принятия решений. Во-вторых, проведение расчетов и как следствие получение числовых математических выводов. В-третьих, интерпретация математического анализа относительно к реальной ситуации и принятие соответствующего решения.

Рассмотрим данный алгоритм применимо к решению задач по выработке стратегии работы страховых компаний. Наступление, либо не наступление страхового случая есть величина случайная. В связи с этим страховые компании анализируют статистические данные по поводу наступления страховых случаев, с учетом условий при которых они наступили. Для установления ставки страхового взноса, в условиях безубыточности компании, оценивается вероятность наступления страхового случая.

Пусть страховая компания заключает договоры страхования сроком на 1 год, на Т рублей каждый. Страховой случай происходит с вероятностью р и не происходит с вероятностью q=1-p. Таким образом, закон распределения случайной величины X_i – количества страховых случаев у одного, i-го, страхователя. Число людей, застрахованных в компании, составляет 1300 клиентов.

Математическое ожидание дискретной случайной величины X_i называется сумма произведений ее возможных значений на соответствующие им вероятности:

$$M(X) = x_1 p_1 + x_2 p_2 + \dots + x_n p_n$$

или $M(X) = \sum_{i=1}^n x_i p_i$ (1)

Дисперсией случайной величины называется математическое ожидание квадрата отклонения этой величины от ее математического ожидания и равно:

$$D(X) = M(X^2) - M^2(X),$$

где $M(X^2) = \sum_{i=1}^n x_i^2 p_i$ (2)

Случайная величина $X = \sum_{i=1}^n X_i$; количество страховых случаев у страхователей имеет математическое ожидание $M(X) = np$ и дисперсию $D(X) = npq$, как следствие среднее квадратичное отклонение

$$\sigma = \sqrt{D(X)} = \sqrt{npq}.$$

Случайная величина X распределена по нормальному закону в силу централизованной предельной теоремы. В среднем страховая компания должна будет выплатить npT страховых возмещений, с каждого страхователя по pT рублей страхового взноса. Исходя из этого, в среднем баланс страховой компании будет нулевым. Величина страховых возмещений – случайна, и может оказаться больше и привести к убыткам компании, либо меньше, образуя прибыль. Для безубыточности страховой компании, сумма взноса должна быть больше рассчитанной, величину которого можно определить с помощью интервальных оценок.

Реальную ставку обозначим через $\tilde{p} > p$, в этом случае страховая компания соберет с-го количества страхователей сумму равную $\tilde{p}T$ рублей. Обозначим через $f(x) = y$, вероятность того, что компания не понесет убытков. При этом вероятность, что количество страховых случаев не более $\tilde{p}r$, есть $P(x < \tilde{p}r) = y$.

Нормальное распределение или распределение Гаусса, есть распределение вероятностей, которое в одномерном случае задается функцией плотности вероятности, совпадающей с функцией Гаусса:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}, \quad (3)$$

где $a = M(X)$, $\sigma = \sqrt{D(X)} = \sqrt{npq}$ (2).

Используя нормальный закон распределения для случайной величины X, имеем:

$$y = \frac{1}{\sqrt{2\pi npq}} \int_{-\infty}^{\tilde{p}r} e^{-\frac{(x-np)^2}{2npq}} dx =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{n(\tilde{p}-p)}{\sqrt{npq}}} e^{-\frac{(x-np)/\sqrt{npq}}{2}} d\left(\frac{x-np}{\sqrt{npq}}\right) =$$

$$= \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{n(\tilde{p}-p)}{\sqrt{npq}}\right);$$

В данном случае через Φ обозначена интегральная функция Лапласа:

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-(z^2/2)} dz; \quad (4)$$

Теорема. Если в серии независимых испытаний вероятность наступления события в каждом отдельном испытании постоянна и $0 < p < 1$, то вероятность того что событие наступит от а до b раз равняется формуле (4).

Зададим вероятность $y = 0,87$, что страховая компания не разорится, соответственно вероятность наступления страхового случая равна $p = 0,13$. Число клиентов, застрахованных в компании, равно $n = 1300$.

Формула Лапласа (4) на практике используется в случае, если $npq \geq 10$. Если же $npq < 10$, то формула приводит к довольно большим погрешностям.

Пользуясь таблицей значений функции Лапласа:

$$\Phi\left(\frac{n(\tilde{p}-p)}{\sqrt{npq}}\right) = 0,87; \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Phi\left(\frac{n(\tilde{p}-p)}{\sqrt{npq}}\right) = 0,37; \Rightarrow \frac{n(\tilde{p}-p)}{\sqrt{npq}} = 1,13;$$

Исходя из этого, найдем ставку страхового процента (\tilde{p}):

$$\frac{1300 * (\tilde{p} - 0,13)}{\sqrt{1300 * 0,13 * 0,87}} = 1,13; \Rightarrow \tilde{p} - 0,13 \approx 0,01; \Rightarrow \tilde{p} \approx 0,14.$$

Вследствие полученных результатов, можно сделать вывод о том, что чем больше риск для страховой компании, тем больше величина страхового взноса. Данная закономерность обусловлена ожиданиями предстоящих расходов компании. В среднем, расходы по наступлению страховых случаев, какого либо типа, должны быть меньше, чем доходы в виде страховых взносов от страхователей.

Применение экономико-математических методов позволяет провести качественный и количественный анализ экономических явлений, способствует качественной оценке значений риска и рыночной неопределенности, что позволяет выбрать наиболее оптимальное решение. Математические модели в первую очередь позволяют абстрактно представлять различные хозяйственные ситуации с дальнейшей оценкой последствий при выборе решений, что существенно упрощает поставленную задачу.

Список литературы

1. Мелешко С.В., Попова С.В., Цыплакова О.Н. Элементы комбинаторики: учебно-методическое указание. – Ставрополь, 2012. – 32 с.
2. Цыплакова О.Н., Салпагарова Ф.А.-А., Богданова А.А. Экономико-математическое моделирование в исследовании объектов // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 180-181.
3. Бондаренко В.А., Цыплакова О.Н. Математическая компетентность как основа профессионального становления бакалавра // Экономические, инновационные и информационные проблемы развития региона: материалы Международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 52-56.
4. Мелешко С.В., Невидомская И.А., Донец З.Г. Организация самостоятельной работы студентов при изучении комбинаторики // Учетно-аналитические и финансово-экономические проблемы развития региона. – 2012. – С. 289-292.
5. Невидомская И.А., Мелешко С.В., Гулай Т.А. Элементы теории вероятностей случайных событий: учебно-методическое пособие. – Ставрополь, 2012. – 76 с.
6. Долгополова А.Ф., Гулай Т.А., Литвин Д.Б., Мелешко С.В. Теория вероятностей и математическая статистика // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 11. – С. 51-52.
7. Мамаев И.И., Бондаренко В.А., Шибяев В.П. Теория вероятностей и математическая статистика в аграрном вузе // Финансово-экономические проблемы развития региона и учетно-аналитические аспекты функционирования предпринимательских структур: материалы Ежегодной 77-й научно-практической конференции ФГБОУ ВПО СтГАУ «Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу». – 2013. – С. 478-482.
8. Долгополова А.Ф., Морозова О.В., Долгих Е.В., Крон Р.В., Тьяньюк Н.Н., Попова С.В., Смирнова Н.Б. Теория вероятностей для экономических специальностей на базе Excel: практикум // Международный журнал экспериментального образования. – 2009. – № S4.

ЛОГАРИФМИЧЕСКОЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Цыплакова О.Н., Васильева В.А.

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

В математическом анализе немаловажное место занимает логарифмическое дифференцирование. В данной статье мы постараемся выявить взаимосвязь экономического процесса и логарифмического дифференцирования, как метода математического анализа. Логарифмическое дифференцирование является наиболее оптимальным математическим методом для экономического анализа, в тех случаях, когда необходимо преобразовать функцию, выражающую зависимость между стоимостью общих затрат на производство и стоимостью выпускаемой продукции. Формированию дифференциального исчисления как прикладного, а позднее и научного метода, предшествовало появление стройной философской теории, созданной Николаем Кузанским.

Также существенный вклад в развитие основ дифференциального исчисления внесли французские ученые П. Ферма (1601 – 1665) и Р. Декарт (1596 – 1650), а в XVII веке И. Ньютон пришел к понятию производной, решая задачи механики, связанные с нахождением мгновенной скорости.

Основываясь на том, что потребитель должен поступать рационально, экономист определяет оптимальное соотношение изменений благ и издержек, при котором данные предельные величины равны. Основной задачей, как микро, так и макроэкономики является выявление таких закономерностей и зависимостей, разработка наилучшего плана действий и другое.

Чтобы понять роль логарифмического дифференцирования, для начала рассмотрим такое понятие как дифференцирование. В математике дифференцированием называется процесс нахождения производной. Но иногда возникают ситуации, когда процесс нахождения производной достаточно сложен. Чтобы его облегчить сложные функции предварительно логарифмируют, в этом и заключается суть логарифмического дифференцирования. Данный метод является наиболее оптимальным при нахождении производной произведения нескольких функций или их участки, а также при дифференцировании выражений, имеющие корни из дробей (функций).

Рассмотрим метод более детально. Пусть дана функция $y = f(x)$. Прологарифмируем правую и левую часть.

$$\text{Получим: } \ln y = \ln f(x)$$

Затем продифференцируем данное выражение как сложную функцию, с учетом того, что y – это функция от x

$$(\ln y)' = (\ln f(x))' \cdot \frac{1}{y} y'(x) = \ln f(x))'$$

В результате искомая производная равна

$$y' = \ln(f(x))'$$

Производная такого вида называется логарифмической, а процесс её нахождения логарифмическим дифференцированием. Рассмотрим конкретный пример. Необходимо найти производную функции

$$y = \frac{(x+1)^2 \cdot \sqrt{x-1}}{(x+4)^3 \cdot e^{2x}}$$

Прологарифмировав правую и левую часть, получаем

$$\ln y = 2 \ln(x+1) + \frac{1}{2} \ln(x-1) - 3 \ln(x+4) - x,$$

Дифференцируем данное выражение

$$\frac{1}{y} y' = \frac{2}{x+1} + \frac{1}{2(x-1)} - \frac{3}{x+4} - 1,$$

отсюда получаем $y' = y \left(\frac{2}{x+1} + \frac{1}{2(x-1)} - \frac{3}{x+4} - 1 \right)$

В некоторых функциях, например как степенно-показательных, производная вычисляется только методом логарифмического дифференцирования. Данный метод также применяется для вычисления в тех случаях, когда аналитическое выражение функции включает несколько множителей.

Как говорилось ранее, логарифмическое дифференцирование имеет экономический смысл. заключается он в том, что производительность труда есть производная объема произведенной продукции по времени. Иными словами, производная логарифмической функции $(\ln y)' = \frac{y'}{y}$, где $y = u'$ обозначается логарифмической производной, или же относительной

скоростью изменений функции или темпом изменения функции. Если данный темп будет положительным, то скорость изменения увеличивается, если же отрицательным, то скорость сокращается.

Рассмотрим это на примере. Производительность труда рабочих предприятия может быть задана следующим уравнением

$$y = -\frac{5}{6}t^2 + \frac{15}{2}t^2 + 100t + 65, 1 \leq t \leq 8,$$

где t – рабочее время в часах.

Необходимо вычислить темп и скорость изменения производительности труда через полтора часа после начала работы и за полчаса до ее начала, при $t_1 = 1, t_2 = 7$

Производная выражает производительность труда $y'(t) = -\frac{5}{2}t^2 + 15t + 100$, а темп изменения производительности и скорость – соответственно производной $u'(t)$ и $g'(t)$ и логарифмической производной $(\ln g(t))'$.

$$g'(t) = -5t + 15 \text{ (ед.\час)}$$

$$(\ln g(t))' = \frac{g'(t)}{g(t)} = \frac{-5t + 15}{-\frac{5}{2}t^2 + 15t + 100} =$$

$$= \frac{2t - 6}{t^2 - 6t - 40} \text{ (ед.\час)}$$

Если $t_1 = 1$, то $g(1) = 112,5$ (ед.\час);

$$g'(1) = 10 \text{ (ед.\час}^2); T_g(1) = 0,09$$

Если $t_2 = 7$, то $g(7) = 82,5$ (ед.\час);

$$g'(7) = -20 \text{ (ед.\час}^2); T_g(7) = -0,24 \text{ (ед.\час)}$$

Очевидно, что в конце рабочего дня производительность труда резко снижается, а изменение с положительного знака на отрицательный означает то, что возрастание производительности труда в начале рабочего дня сменяется ее уменьшением в последние часы.

Подводя итог, можно сказать, что логарифмическое дифференцирование играет очень важную роль, как в математическом анализе, так и в исследовании различных экономических явлений и процессов.

Список литературы

1. Мамаев И.И., Бондаренко В.А. Дифференциальное исчисление в задачах экономики // *Аграрная наука, творчество, рост: материалы Международной научно-практической конференции*. Т.1. Перспективы развития учетно-аналитической работы на предприятиях различных отраслей экономики (Секция факультета «Учетно-финансовый»). Ч.2: сб. науч. тр. – Ставрополь: «АГРУС» СтГАУ, 2013.
2. Попова С.В., Смирнова Н.Б. О прикладной направленности математики в высшей школе // *Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона: сб. научных статей по материалам Международной НПК*. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского ГАУ, 2013. – С. 260-264.
3. Гулай Т.А., Невидомская И.А., Мелешко С.В. Анализ и оценка приоритетности разделов дисциплины «Математический анализ», изучаемой студентами инженерных направлений // *European Social Science Journal*. – 2013. – № 8-2 (35). – С. 109-115.
4. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Совершенствование профессиональной подготовки экономистов через направленность содержания математического образования // *Аграрная наука, творчество, рост*. – 2013. – С. 252-254.
5. Кочержова Е.Н., Боташева Л.Р., Цыплакова О.Н. Роль производной в экономике // *Современные наукоемкие технологии*. – 2013. – № 6. – С. 72-74.
6. Бондаренко В.А., Цыплакова О.Н. Некоторые аспекты интегрированного подхода изучения математического анализа // *Учетно-аналитические и финансово-экономические проблемы развития региона: матер. 76-й научно-практической конференции*. – Ставрополь: Альфа-Принт, 2012. – С. 280-283.
7. Донец З.Г., Мамаев И.И., Шибяев В.П. Учебная организация как целостная модель организации обучения студентов на интегративной основе // *Теоретические и прикладные проблемы современной педагогики: сборник научных статей по материалам научно-практической конференции*. – Ставрополь: Изд-во «АГРУС», 2012.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАБОТЫ ФОНДА СОЦИАЛЬНОГО СТРАХОВАНИЯ

Черкова Т.В., Ермишкина Н.В., Мамаев И.И.

Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Фонд социального страхования – это государственная кредитно-финансовая организация, управляющая финансами социального страхования. Его отличие от рядовых страховых компаний состоит в регулярных денежных выплатах, направляемых на осуществление региональных и межотраслевых программ по охране здоровья служащих, санаторно-курортному лечению, организации учебного досуга детей. Фонд социального страхования РФ – второй по количеству задействованных финансов после Пенсионного фонда РФ. Для оптимального управления капиталом фонда необходимо решения задач математического моделирования.

Итак, рассмотрим следующую модель:

Обозначим Фонд $S(t)$ существующий сейчас. Тогда скорость выплаты средств, находящихся на счете Фонда, на общественные программы разного рода представим как $-c^*(S)$, где $-c^*(S) = 0$ при $S < S_0$. Соответственно, выплаты на социальные базы будут выделяться только примногократном превышении капиталом фонда определенного пограничного значения S_0 , что по своей природе вполне нормально, поскольку основная задача фонда: стремление максимально снизить вероятность банкротства (при $S < 0$) на незначительном уровне и производить лишь выплаты по страховым случаям при капитале, меньшем некоторой критической шкалы.

Найдем функцию $c^*(S)$, создающую необходимые условия стабильной работы Фонда.

Наша цель: максимально уменьшить дисперсию скорости дифференцирования капитала фонда с использованием детерминированной компоненты $c(S) = c_0 - c^*(S)$ – при чем, вероятность издержек направленных на социальные программы $0 P(S > S_0)$ остается неизменной.

Итак,

$$D(c(S)) \rightarrow \min_{c(x)}, \text{ при } P(S)S_0 = \pi_1 \quad (1)$$

Плотность капитала Фонда выглядит так:

$$\left\{ \begin{array}{l} P(s) = C_{exp} \frac{2}{\alpha_2 \lambda} (C_0 - \alpha_1 \lambda)(S - S_0) \text{ при } s < S_0 \\ C_g(s) \text{ при } s < S_0: \end{array} \right.$$

$$\text{где } C = \left(\frac{1}{2\tilde{c}} + \int_{S_0}^{\infty} g(s) ds \right)$$

$$g(s) = \exp \frac{2}{\alpha_2 \lambda} + \int_{S_0}^{\infty} g(s) ds, \quad \tilde{c} = \frac{C_0 - \alpha_1 \lambda}{\alpha_2 \lambda}.$$

Промежуточное значение:

$$M(c(S)) = Ca_1 \lambda \text{ и } P(S > S_0) = C \int_{S_0}^{\infty} g(s) ds$$

Принимая во внимание то, что

$$c(s) = \frac{a_2 \lambda g(s)}{2g(s)} \lambda_1 a_1$$

находим:

$$D(c(s)) = c \left(\frac{c_0^2}{2\bar{c}} + \left(\int_{s_0}^{\infty} \frac{a_2^2 \lambda^2 g'^2(s)}{4 g(s)} + a_1 a_2 \lambda^2 g(s) + a_1^2 \lambda^2 g(s) \right) ds - c^2 a_1^2 \lambda^2 \right)$$

В итоге, возникает данная запись:

$$\int_{s_0}^{\infty} \left(\frac{a_2^2 \lambda^2 g'^2(s)}{4 g(s)} + a_1 a_2 \lambda^2 g(s) + a_1^2 \lambda^2 g(s) \right) ds \rightarrow \min_{g(s)}$$

При постоянном $\int_{s_0}^{\infty} g(s) ds$ уравнение Эйлера можно записать следующим образом:

$$\varphi' + \varphi^2 = \frac{a_1^2 \lambda^2 + \lambda^*}{a_1^2 \lambda^2} \quad (2.1)$$

где $\varphi = \frac{g'(s)}{2g(s)}$; λ^* – в этом выражении: неопределенный множитель Лагранжа

Следует заметить, что в неравенстве,

$$e \frac{a_1^2 \lambda^2 + \lambda^*}{a_1^2 \lambda^2} > 0$$

не существует функции g , соответствующей данному уравнению и установленному ограничению.

Зададим:

$$\frac{a_1^2 \lambda^2 + \lambda^*}{a_1^2 \lambda^2} = -\beta^2.$$

Значит решением уравнения (2.1) является (2.2):

$$\varphi = \beta tg(\bar{c} - \beta) \text{ и } c(s) = \alpha_2 \lambda \beta tg(\bar{c} - \beta s) + \alpha_1 \lambda$$

где \bar{c} – какая-то постоянная величина. Рассматривая политику неизменного управления фондом, найдем \bar{c} учитывая, что $c(s_0) = c_0$: абстрагировавшись от внешних влияний экономики находим:

$$\bar{c} = \arctg \frac{\bar{c}}{\beta} + \beta s_0.$$

В этом варианте максимальная величина капитала Фонда вычисляется:

$$S_m = \frac{\bar{c} + \frac{\pi}{2}}{\beta} = S_0 + \frac{1}{\beta} \left(\arctg \frac{\bar{c}}{\beta} + \frac{\pi}{2} \right).$$

Найдем функцию $g(s)$, учитывая, что $g(S_0) = 1$. Получим:

$$g(s) = \frac{\cos^2(\bar{c} - \beta s)}{\cos^2(\bar{c} - \beta s_0)} = (1 + \gamma_2) \cos^2(\arctg \gamma - \beta(s - s_0)),$$

где $\gamma = \bar{c} / \beta$

Найдем

$$\int_{S_0}^{S_m} g(s) ds = \int_{S_0}^{S_m} (1 + \cos 2(c - \beta s)) = \frac{1 + \gamma^2}{2\beta} \left(\arctg \gamma + \frac{\pi}{2} + \frac{\gamma}{1 + \gamma^2} \right)$$

В вариационной задаче связь возникает вследствие:

$$\gamma(1 + \gamma^2) \left(\arctg \gamma + \frac{\pi}{2} \right) + \gamma^2 = \frac{\pi_1}{1 - \pi_1} \quad (3)$$

Нетрудно показать, что уравнение (3) имеет единственный положительный корень

$$0 < \gamma_0 < \sqrt{\frac{\pi_1}{1 - \pi_1}}$$

Таким образом, оптимальная скорость выделения средств на социальные программы в случае непрерывного управления

$$c^*(s) = \begin{cases} \alpha_{2\lambda c(1+\gamma_0^2)} & tg(\frac{c}{\gamma_0}(s-S_0)) \\ \gamma_0 & 1+\gamma_0 tg(\frac{c}{\gamma_0}(s-S_0)) \\ 0 & \text{в противном случае} \end{cases} \text{ при } S_m > s > S_0$$

При этом капитал Фонда ни в коем случае не может превышать величины:

$$S_m = S_0 + \frac{\gamma_0}{c} \left(\arctg \gamma_0 + \frac{\pi}{2} \right)$$

В случае, когда капитал устремляется к наибольшему значению, быстрота выделение ресурсов на социальные расходы критично растет. Абстрагировавшись от требования непрерывности управления капиталом Фонда и найдем постоянную величину \bar{c} в (2.2) при условии $c(S_0) = c_1$. Выражая через

$$c_1 = \frac{c_1 - \alpha_1 \lambda}{\alpha_2 \lambda}, \gamma_1 = \frac{c_1}{\beta}$$

Получим

$$c = \arctg \gamma_1 + \beta S_0, S_m = S_0 + \frac{\arctg \gamma_1 + \frac{\pi}{2}}{\beta},$$

$$g(s) = (1 + \gamma_1^2) \cos^2(c - \beta s)$$

Условие связи в задаче (1) можно записать в виде

$$\gamma(1 + \gamma_1^2) \left(\arctg \gamma_1 + \frac{\pi}{2} \right) + \gamma \gamma_1 = \frac{\pi_1}{1 - \pi_1}$$

Найдем дисперсию $c(s)$:

$$D(c(S)) = \alpha_1^2 \lambda^2 \pi_1 + (1 - \pi_1) *$$

$$\left(c_0^2 - 2c\alpha_1\alpha_2\lambda^2 + \alpha_2^2\lambda^2c^2 \frac{(1 + \gamma_1^2) \left(\arctg \gamma_1 + \frac{\pi}{2} \right) - \gamma_1}{\gamma} \right)$$

Выразив γ из (4) и подставив в (5), рассмотрим $D(c(S))$ как функцию параметра γ_1 , стремясь ее минимизировать. Таким образом, наша задача состоит в минимизации функции

$$f(\gamma_1) = (1 + \gamma_1^2)^2 \left(\arctg \gamma_1 + \frac{\pi}{2} \right)^2 - \gamma_1^2$$

Достаточно легко покажем, что

$$f(\gamma_1) \uparrow, \lim_{\gamma_1 \rightarrow \infty} f(\gamma_1) \sim 1,33$$

Для того чтобы $\gamma_1 \rightarrow \infty$, возьмем $c_1 < \alpha_1 \lambda$ и далее устремим β к нулю. Найдем

$$\begin{aligned} \lim_{\gamma_1 \rightarrow \infty} c(s) &= \\ &= \alpha_1 \lambda + \alpha_2 \lambda c_1 \lim_{\gamma_1 \rightarrow \infty} \frac{tg(\arctg \gamma_1 - c_1(s - S_0) / \gamma_1)}{\gamma_1} = \\ &= \alpha_1 \lambda + \alpha_2 \lambda c_1 (1 + c_1(s - S_0))^{-1} \end{aligned}$$

Условие (4) перепишем в таком виде:

$$\gamma_1(1 + \gamma_1^2) \left(\arctg \gamma_1 + \frac{\pi}{2} \right) + \gamma_1^2 = \frac{\pi_1}{1 - \pi_1} \frac{c_1 - \alpha_{1\lambda}}{c_0 - \alpha_{1\lambda}}$$

Ищем:

$$\lim_{\gamma_1 \rightarrow \infty} (\gamma_1(1 + \gamma_1^2) \left(\arctg \gamma_1 + \frac{\pi}{2} \right) + \gamma_1^2) = -2/3,$$

$$\text{Из чего следует: } c_1 = \frac{2}{3}c \left(1 - \frac{1}{\pi_1} \right)$$

Таким образом, оптимальная скорость выдач ирисурсов на социальные программы будет иметь вид

$$c^*(s) = \left\{ \alpha_2 \lambda c \left(1 - \left(1,5 \frac{\pi_1}{\pi_1 - 1} + c(s - S_0) \right)^{-1} \right) \right\}$$

при $S_m > s > S_0$, 0 – в противном случае

Максимальная величина капитала фонда рассчитывается по формуле:

$$S_m = S_0 + \frac{1,5\pi_1}{c(1 - \pi_1)}$$

Аналогично при непрерывном управлении и при устремлении капитала фонда к максимальному значению быстрота выделения денег на социальные программы неограниченно возрастает.

В итоге, оттолкнувшись от представления о том, что функция управления капиталом фонда непрерывна, мы уменьшили дисперсию $c(S)$ при постоянной вероятности существования выплат по социальным программам, учитывая, что зависимость $c(S)$ от π_1 имеет существенно более простой вид. Заметим, что непрерывность $c(S)$ нарушается только при $s = S_0$, где происходит изменение величины

$$\frac{\alpha_2 \lambda c}{3} \left(1 + \frac{2}{\pi_1} \right) = \frac{c_0 - \alpha_{1\lambda}}{3} \left(1 + \frac{2}{\pi_1} \right)$$

Критический уровень капитала, при принижении которого прекращаются выплаты по социальным программам, найдем из условия фиксации вероятности разорения фонда на любом желаемом уровне α_0 :

$$P(S < 0) = \frac{\exp(-2cS_0)}{1 - \pi_1} = \alpha_0$$

Итак, искомая конечная функция имеет вид:

$$S_0 = - \frac{\ln(1 - \pi_1) + \ln \alpha_0}{2c}$$

На наш взгляд, вышеизложенная математическая модель в наиболее полной мере способствует организации оптимального функционирования фонда социального страхования.

Список литературы

1. Корнилов И.А. Основы страховой математики. – М.: Юнити-Дана, 2012. – 400 с.
2. Кундышева Е.С. Математическое моделирование в экономике. – М.: Дашков и К, 2004. – 352 с.
3. Бондаренко В.А., Мамаев И.И., Сахнюк П.А., Сахнюк Т.И. Опыт использования математических моделей современных экономических исследований в учебном процессе // Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона: сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Ставрополь: Бюро Новостей, СтГАУ, 2013. – С. 233-236.
4. Попова С.В., Смирнова Н.Б. Использование дифференциальных уравнений в построении математических моделей экономических процессов // Аграрная наука, творчество, рост: сб. научных статей по материалам Международной научно-практической конференции. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского ГАУ, 2013. – С. 278-280.
5. Долгополова А.Ф., Гулай Т.А., Литвин Д.Б. Особенности применения методов математического моделирования в экономических исследованиях // Кант: Экономика и управление. – 2013. – №1.
6. Галаганов В.П. Основы страхования и страхового дела. – М.: Проспект, 2009. – 177 с.
7. Поляк Г.Б. Бюджетная система Российской Федерации. – М.: Проспект, 2013. – 479 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Шелухина А. В., Марченко К. П.

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

В настоящее время на занятиях по математическим дисциплинам остро встает вопрос активизации познавательной деятельности студентов. Обязанностью каждого преподавателя является стимуляция этой деятельности, развития заинтересованности изучаемым материалом и стремления к самостоятельной работе. Показывая многочисленные приложения математики к решению различных задач физики, биологии, механики, экономики других наук, знакомя с новыми направлениями в естествознании, возникающими на стыке естественнонаучных и математических дисциплин, можно повысить интерес к изучению этого предмета.

В последнее время выпускники школ в качестве своей дальнейшей деятельности выбирают экономические специальности. При изучении математики на этих направлениях обязательным является рассмотрение экономических приложения какой-либо темы и достаточно времени уделяется применению математического моделирования к решению экономических задач. Не является исключением и тема о приложениях определенного интеграла в различных областях знаний.

В основном практическое приложение интеграла применяется в технике и физике, а также при нахождении объемов геометрических тел и при вычислении площадей разнообразных фигур.

Тогда как на экономических направлениях велика роль интеграла в моделировании экономических процессов. Для исследования и моделирования процессов, которые происходят в экономике, интегральное исчисление дает широкий математический аппарат

Как известно, основой экономической системы является производство. В связи с этим экономическую систему можно рассматривать как совокупность управляемой (производство) и управляющей систем. Из этого вытекают следующие особенности:

- большие масштабы производства как управляемой системы;
- так как производство, как система, постоянно совершенствуется, то и управление им включает управление процессами совершенствования;
- с совершенствованием научно-технического прогресса и развитием производительных сил изменяются параметры системы, что ведет к необходимости исследования новых закономерностей развития производства и их использования в управлении;
- необходимость учета комплекса социальных, биотических, экологических и других факторов связано с участием человека в производстве как неотъемлемой части производительных сил общества;
- повышение требований к методам сбора, накопления, переработки информации является следствием с усложнения производства; ее дифференциации по уровням иерархии с учетом существенности с точки зрения принятия управленческих решений.

Рассмотрим применение интегрального исчисления в экономике и приложения интегралов на примерах нахождения потребительского излишка. В рыночной экономике широко используется это понятие. Прежде чем приступить к рассмотрению конкретных примеров введем несколько экономических обозначений и понятий. С точки зрения купли продажи рынок – это сфера взаимодействия спроса и предложения. В их взаимодействии формируются цены на различные

товары и услуги, поэтому они являются основными составляющими рынка. Изучением механизма их взаимодействия и занимается экономическая наука.

Зависимость между ценой товара и объемом его покупки, сложившаяся на конкретный момент времени называется спросом на какой-либо товар. На отдельный товар спрос графически изображается в виде кривой, показывающей зависимость между ценой p единицы этого товара и количеством товара q , которое потребители готовы купить при каждой заданной цене. Наклон кривой – отрицательный (чем дешевле товар, тем большее количество товара готовы купить покупатели, и наоборот).

Другое основное понятие экономической теории – предложение товара – определяется по аналогии: взаимосвязь между количеством товара, предлагаемого к продаже и ценой данного товара, сложившаяся на конкретный момент времени. Графически предложение какого-либо товара изображается в виде кривой, показывающей зависимость между ценой единицы данного товара p и количеством этого товара q , которое потребители готовы продать при каждой цене. Наклон кривой – положительный.

Большую роль в моделировании процессов экономики играет еще одно понятие – рыночное равновесие. Его характеризуют такие цена и количество, при которых величина предложения совпадает с объемом спроса. Точка пересечения кривых спроса и предложения – графическое изображение рыночного равновесия.

Перейдем теперь к рассмотрению приложений интеграла для определения потребительского излишка. Приобретая товар в количестве q^* по равновесной цене p^* , общие расходы на покупку такого товара составят p^*q^* . Предположим теперь, что товар в количестве q^* продается продавцами не сразу, а поступает на рынок небольшими партиями q . Именно такое допущение вместе с предположением о непрерывности функции спроса и предложения является основным при выводе формулы для расчета потребительского излишка.

$$CS = \int_0^{q^*} f(q) dq - p^* q^* \quad (1)$$

Далее рассмотрим примеры определения излишка потребителя.

1. Известно, что спрос на некоторый товар задается функцией $p = 5 - q^2$, где q – количество товара (в шт.), p – цена единицы товара (в руб.), а равновесие на рынке данного товара достигается при $p^* = q^* = 1$. Определите величину потребительского излишка

Решение.

$$CS = \int_0^1 (5 - q^2) dq - 1 \cdot 1 = (5q - \frac{q^3}{3}) \Big|_0^1 - 1 = \frac{11}{3} \text{ руб.}$$

2. Спрос на некоторый товар описывается функцией $q = 8000 / p^3$, а предложение данного товара характеризуется функцией $q = 500p$. Необходимо найти величину излишка потребителя при покупке данного товара.

Решение. Для расчета излишка потребителя сначала определим параметры рыночного равновесия (p^* ; q^*). Для этого решим систему уравнений

$$\begin{cases} q = \frac{8000}{p^3} \\ q = 500p \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \frac{8000}{p^3} = 500p \\ q = 500p \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} p^4 = 16 \\ q = 500p \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} p^* = 2 \\ q^* = 1000 \end{cases}$$

Таким образом, $p^* = 2$, $q^* = 1000$.

Запишем формулу для вычисления потребительского излишка (1), где $f(q)$ – функция, обратная функции $q = 8000 / p^3$ т.е

$$f(q) = \sqrt[3]{\frac{8000}{q}} = 20q^{-\frac{1}{3}}$$

Отсюда

$$\begin{aligned} CS &= \int_0^{1000} 20q^{-\frac{1}{3}} dq - 2 \cdot 1000 = \\ &= \frac{3 \cdot 20q^{\frac{2}{3}}}{2} \Big|_0^{1000} - 2000 = 30q^{\frac{2}{3}} \Big|_0^{1000} - 2000 = \\ &= 30 \cdot 1000^{\frac{2}{3}} - 2000 = 30^3 \sqrt{1000^2} - 2000 = 1000 \text{ ден. ед.} \end{aligned}$$

При применении интегрального метода должно соблюдаться условие непрерывной дифференцируемости функции, где в качестве аргумента берется какой-либо экономический показатель. Независимо от числа элементов, которые входят в модель, а также независимо от формы связи между этими элементами интегральное исчисление устанавливает общий подход к решению моделей различных видов. При его применении имеется возможность получения более обоснованных результатов исчисления влияния отдельных факторов, чем при использовании других методов.

Список литературы

1. Агафонова Н.П., Орехова Н.В., Мелешко С.В. Применение метода наименьших квадратов для определения уравнений кривых спроса и предложения и состояния рыночного равновесия // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – №5-2. – С. 136-138.
2. Крон Р.В., Попова С.В., Долгих Е.В., Смирнова Н.Б. Математика: учебное пособие // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – №11-1. – С. 114-115.
3. Мамаев И.И., Родина Е.В. Основные особенности применения экономико-математических моделей в управлении: сборник «Учетно-аналитические и финансово-экономические проблемы развития региона». – 2012. – С. 286-289.
4. Коннова Д.А., Леликова Е.И., Мелешко С.В. Взаимодействие математики с экономикой // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 159-161.
5. Невидомская И.А., Якубова А.М. Применение факторного анализа при исследовании экономических процессов // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 6. – С. 81-83.
6. Сизова С.А., Мурдугова В.Ю., Мелешко С.В. Линейное программирование как область математического программирования при решении экономических задач // Theoretical & Applied Science. – 2013. – №6 (2). – С. 16-20.
7. Яновский А.А., Симоновский А.А., Холопов В.Л. Моделирование процесса роста парового пузырька при кипении магнитной жидкости // 15-я Международная плесская конференция по нанодисперсным магнитным жидкостям: материалы конференции. – Плес, 2012. – С. 234-240.
8. Долгополова А.Ф., Гулай Т.А., Литвин Д.Б. Перспективы применения математических методов в экономических исследованиях // Аграрная наука, творчество, рост. – 2013. – С. 255-257.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОНЯТИЯ ПРОИЗВОДНОЙ В ЭКОНОМИКЕ

Шуваев А.В., Гочияев М.Х.

Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Экономика как наука о развитии общества и объективных причинах функционирования использует

различные количественные характеристики и вследствие этого затрагивает разнообразные математические методы и модели. Их широкое использование является важным направлением совершенствования экономического анализа.

Изучение экономических приложений математических дисциплин, которые составляют фундамент актуальной экономической математики, позволяет приобрести некие навыки решения экономических задач и углубить знания в данной области.

Обратим внимание на предельные и средние показатели:

При изучении экономических процессов выполняется расчет средних и предельных значений функций, которые выражают зависимости между различными экономическими факторами.

Средняя величина показателя подсчитывается как отношение значения определяющей его функции к соответствующему значению аргумента. Например, пусть функция $y = f(x)$ выражает зависимость издержек производства y от объема выпускаемой продукции x . Тогда функция средних издержек на единицу продукции определяется по формуле:

$$A_y = y / x.$$

Для обозначения средних величин к обычному обозначению величин добавляется буква А. Под предельным или маржинальным значением показателя в экономическом анализе понимается производная функции этого показателя (при условии того, что эта функция является непрерывной). Так, в нашем примере предельные издержки производства

$$M_y = y' = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta y}$$

Для обозначения предельных величин к обычному обозначению добавляется буква М. Если функция показателя дискретна, то под предельной или же маржинальной величиной понимают отношение изменения функции к вызвавшему это изменение приращению независимой переменной.

Предельные величины характеризуют процесс изменения экономического объекта по времени или относительно некоторого фактора. Они показывают прирост соответствующего показателя в расчете на единицу прироста определяющего его фактора. Так, предельные издержки определяют приближенно дополнительные затраты на производство единицы второстепенной или дополнительной продукции.

Так же могут быть определены и другие предельные показатели, такие как: предельная выручка, предельная себестоимость, предельная производительность, предельный доход, предельный спрос и некоторые другие.

Исследуем применение эластичности функции:

Эластичностью непрерывной функции называется предел отношения относительного приращения функции к относительному приращению аргумента при стремлении приращения аргумента к нулю:

$$E_x(y) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta y}{y} \cdot \frac{x}{\Delta x} \right) = \frac{x}{y} \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{x}{y} \cdot y'$$

Эластичность может быть выражена в виде отношения предельной и средней величин:

$$E_x(y) = \frac{M_y}{A_y}$$

Эластичность функции – это величина без размера, значение которой не зависит от измерения величин x и y . Она показывает приближенно, на сколько

процентов изменится функция при изменении аргумента на 1%.

Свойства эластичности можно трактовать следующим образом.

1. Эластичность частного или произведения двух функций равна разности или сумме эластичностей этих функций:

$$E_x(uv) = E_x(u) + E_x(v), \quad E_x\left(\frac{u}{v}\right) = E_x(u) - E_x(v)$$

2. Эластичности взаимно обратных функций – это взаимно обратные величины:

$$E_x(y) = (E_y(x))^{-1}$$

3. Если c – постоянная величина, то $E_x \cdot c = 0$;

$$E_x(cu) = E_x(u)$$

Рассмотрим функцию спроса: зависимость количества покупаемого товара q от его цены p : $q = q(p)$. Эластичность спроса по цене можно записать в виде формулы следующим образом:

$$E_p(q) = \frac{p}{q} \cdot q'$$

Если $|E_p(q)| > 1$, спрос называют эластичным. Небольшое изменение цены товара вызывает значительное изменение величины спроса на него.

Если $0 < |E_p(q)| < 1$, спрос называют неэластичным. Изменение цены ведет к сравнительно небольшому изменению величины спроса.

Если $|E_p(q)| = 1$, спрос называют нейтральным.

Исследуем динамику выручки при различных видах спроса. Выручка от продажи товара по цене p составляет $u = p \cdot q(p)$ Предельная выручка

$$\begin{aligned} u' &= q(p) + pq'(p) = q(p) \left(1 + \frac{p}{q(p)} q'(p) \right) = \\ &= q(p) (1 + E_p(q)) \end{aligned}$$

Заметим, что, поскольку функция спроса является убывающей, ее производная $q'(p) < 0$. Поэтому и $E_p(q) < 0$.

Следовательно:

- если спрос эластичен, то с увеличением цены выручка от продажи уменьшается. Можно сделать вывод: для повышения выручки продавцам выгодно понижать цену;

- при нейтральном спросе выручка практически не зависит от цены;

- при неэластичном спросе повышение цены приводит к увеличению выручки.

Рассмотрим конкретную задачу на применение производной в экономической теории:

Объем продукции z цеха в течение рабочего дня представляет функцию $z = -t^3 - 3t^2 + 85t + 325$, где t – время, выраженное в часах (ч). Нужно найти производительность труда через 2 часа после начала работы.

Решение: За период времени от $t_0 = 2$ до $(t_0 + \Delta t)$ количество произведенной продукции изменится от $z_0 = z(t_0)$ до значения $z_0 + \Delta z = z(t_0 + \Delta t)$, средняя производительность труда в этот временной период составит $\Delta z / \Delta t$. Следовательно, производительность труда (обозначим ее ПТ) в момент t_0 можно определить, в качестве предельного значения средней производительности труда за период времени от t_0 до $(t_0 + \Delta t)$ при $\Delta t \rightarrow 0$, то есть ПТ (производительность труда) можно выразить следующим образом:

$$\text{ПТ} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta z}{\Delta t} = z'(t)$$

Теперь найдем производную от уже известной нам функции z и подставим туда значение $t_0=2$. Получим следующее уравнение:

$$z'(t) = -3t^2 - 6t + 85 \Rightarrow z(t_0) = -3 \cdot 2^2 - 6 \cdot 2 + 85 = 61$$

В итоге можно сделать вывод, что производительность труда после начала работы, которая длилась 2 часа, составит 61 единицу продукции в час.

В заключение можно сказать, что математика очень тесно связана с другими науками, особенно с экономикой. Математические модели играют важную роль в экономических исследованиях. Также применение производной часто используется в экономических задачах и теориях. Благодаря использованию производной или дифференциального исчисления решаются многие экономические задачи, такие как, например, задачи об эластичности спроса, или как представлено выше: задачи о нахождении производительности труда.

Безусловно, без современной математики был бы не возможен прогресс в различных областях человеческой деятельности. Поэтому математика как наука контактирует с большим количеством наук, а с некоторыми интегрируется более тесно. Эта взаимосвязь помогает человечеству в решении многих вопросов, которые касаются вопросов о внедрении или интеграции с другими науками.

Список литературы

1. Долгополова А.Ф., Гулай Т.А., Литвин Д.Б. Перспективы применения математических методов в экономических исследованиях // Аграрная наука, творчество, рост. – Ставрополь: СтГАУ, 2013.
2. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Государственное регулирование в системе агробизнеса // Учетно-аналитические и финансово-экономические проблемы развития региона. – Ставрополь: СтГАУ, 2012. – С. 202-207.
3. Литвин Д.Б., Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Виселов Г.И. Матричный метод линеаризации уравнений движения управляемого объекта // Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона. – 2013. – С. 128-130.
4. Литвин Д.Б., Шайгор А.К., Роговая Н.А. Метод коррекции свойств объекта управления // Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем. – Ставрополь: СтГАУ, 2012. – С. 5-8.
5. Литвин Д.Б., Яновский А.А., Донец З.Г. Интерполяция и аппроксимация данных в MATLAB // Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона. – Ставрополь: СтГАУ, 2013. – С. 97-99.
6. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Визуализация решений дифференциальных уравнений в среде SIMULINK системы MATLAB // Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем. – Ставрополь: СтГАУ, 2012. – С. 129-131.

ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Эреджепова М.С., Калайчева С.Н.

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Согласно проведенным исследованиям графический метод решения задач линейного программирования основан на геометрической интерпретации данной задачи. Этот метод наиболее прост и нагляден, в отличие от симплекс метода с помощью графического метода мы можем найти одновременно решение как максимума, так и минимума. В современной экономике графический метод решения ЗЛП очень популярен из-за его наглядности. В современных компаниях этот метод используется чаще всего для выявления максимального дохода предприятия, а также максимального объема производства. В следующей задаче наглядно продемонстрирован пример использования графического метода в современной экономике.

Компьютерная компания занимается изготовлением мониторов и мышек, но их ресурсы производства ограничены (обшивка, USB провод, материнская плата) (табл. 1).

Необходимо составить план выпуска продукции с учетом имеющихся ресурсов, обеспечивающих наибольшую прибыль.

Выше приведены условия, которые являются экономической постановкой задачи. Теперь же необходимо составить математическую модель задачи.

Таблица 1

Нормы затраты на одну ед. продукции, количество ресурсов, и прибыль от реализации одной единицы продукции

Виды ресурсов	Виды продукции		Количество ресурсов
	Монитор	Мышь	
Обшивка	3	2	27
USB провод	2	4	28
Материнская плата	2	3	23
Прибыль	4	7	

Пусть x и y – количество выпускаемых мониторов и мышек. Тогда следует, что общая прибыль от продажи всей продукции составит $Z = 4X + 7Y \rightarrow \max$. При этом общий расход обшивки равен $3x + 2y$ и он не должен быть больше имеющегося запаса 27. Таким образом они ограничиваются $3x + 2y \leq 27$. Так же учитываются ограничения по USB проводу и материнской плате: $2x + 4y \leq 28$, $2x + 3y \leq 23$. Следовательно, если объем больше нуля, то $x \geq 0$, $y \geq 0$. Тогда математическая модель задачи имеет вид:

$$Z = 4X + 7Y \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 3x + 2y \leq 27 \\ 2x + 4y \leq 28 \\ 2x + 3y \leq 23 \\ x \geq 0, y \geq 0. \end{cases}$$

Таким образом, цель данной задачи состоит в том, чтобы найти положительные значения $x \geq 0$, $y \geq 0$, где Z принимает наивысшее значения.

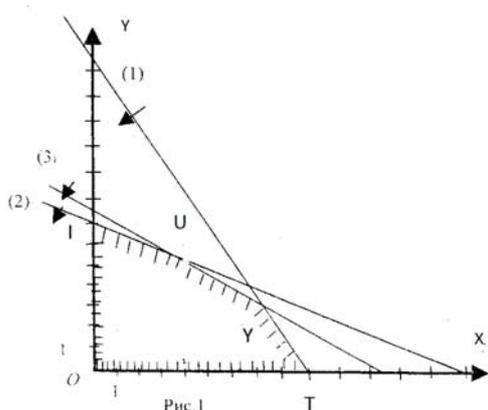
Для начала составим ОДР, затем найдем Z_{\max} . Начнем решение задачи с геометрического представления ОДР. Уравнение $x \geq 0$, $y \geq 0$ ограничивают ОДР 1 четвертью. Система уравнений составляет на координатной плоскости xOy некоторую полуплоскость. Найдем полуплоскости на которых выполняются эти уравнения. Для этого нужно просто взять некую произвольную точку, через которую не проходит граничная прямая и проверить, удовлетворяет ли данная точка уравнению. Если данная точка подходит, то это уравнение выполняется, на полуплоскости, на которой находится произвольная точка. В обратном случае берется полуплоскость, на которой не находится произвольная точка. Берем в качестве произвольной точки начало координат $O(0;0)$. Обратим внимание, что при построении ОДР систему уравнений удобнее выражать в отрезках.

$$\frac{X}{9} + \frac{Y}{27/2} \leq 1, \frac{X}{14} + \frac{Y}{7} \leq 1, \frac{X}{23} + \frac{Y}{23} \leq 1$$

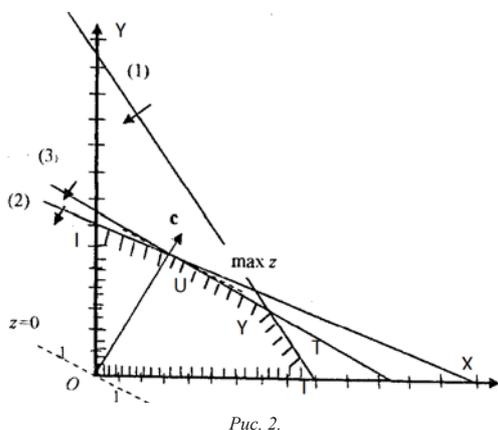
Для данной задачи области допустимых решений – это множество точек многоугольника $O1U2T$. На рисунке 1 показаны уравнения прямых, а стрелками указаны области, где они выполняются.

Составим геометрическую интерпретацию уравнения $Z = 4X + 7Y \rightarrow \max$.

Уравнение $Z = C1X + C2Y = 4X + 7Y$, при значении $Z = Z1$, то $Z1 = 4X + 7Y$. Если изменить значение Z , то получим семейство параллельных прямых, называемых линиями уровня. $\vec{C} = (C1; C2)$ перпендикулярен каждой из линий уровня.



Вектор C показывает направление наивысшего возрастания уравнения. Перпендикулярно к вектору C нужно провести линию уровня $Z = 0$. Параллельно перенесем прямую $Z = 0$ и найдем крайнюю точку, где $Z = 4X + 7Y$ достигает максимума (рис. 2).



Из-за то, что точка U находится на пересечении прямых 2 и 3, координаты U определяются системой

$$\begin{cases} 2x + 4y = 28 \\ 2x + 3y = 23 \end{cases}$$

где $U(4, 5)$, $Z_{\max} = Z(U) = 4 \times 4 + 7 \times 5 = 51$. Этот способ решения задачи называется графическим.

Ответ: необходимо выпускать 4 монитора и 5 мышек, тогда прибыль составит 51 денежных единиц.

Выполнив данную задачу мы можем прийти к выводу, что графический метод прост в использовании, но он не подходит для вычисления больших величин. Графический метод применяется для решения задач, которые имеют две переменные, в отдельных случаях три переменные, но тогда решением задачи будет являться полупространство, находящаяся по одну сторону плоскости. Роль областей будут играть многогранники, являющиеся пересечением полупространств.

Список литературы

1. Долгополова А. Особенности применения методов математического моделирования в экономических исследованиях / А.Ф. Долгополова, Т.А. Гулай, Д.Б. Литвин // Кант: экономика и управление. – 2013. – №1. – С. 62-66.
2. Долгополова А.Ф. Перспективы применения математических методов в экономических исследованиях / А.Ф. Долгополова, Т.А. Гулай, Д.Б. Литвин // Аграрная наука, творчество, рост: сб. науч. тр. – Ставрополь: СтГАУ, 2013. – С. 255-257.
3. Гулай Т.А. Совершенствование профессиональной подготовки экономистов через направленность содержания математического образования / Т.А. Гулай, А.Ф. Долгополова, Д.Б. Литвин // Аграрная наука, творчество, рост: сб. науч. тр. – Ставрополь: СтГАУ, 2013. – С. 252-254.

4. Гулай Т.А. Использование математических методов для анализа динамических свойств управляемого объекта / Т.А. Гулай, А.Ф. Долгополова, Д.Б. Литвин // Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем: сб. науч. тр. – Ставрополь: СтГАУ, 2012. – С. 167-170.

5. Гулай Т.А. Личностно-ориентированное обучение математики студентов экономических направлений как средство повышения качества обучения / Т.А. Гулай, А.Ф. Долгополова, Д.Б. Литвин // Теоретические и прикладные проблемы современной педагогики: сб. науч. тр. – Ставрополь: СтГАУ, 2013. – С. 28-33.

6. Гулай Т.А. Руководство к решению задач по математическому анализу. Часть 1 / А.Ф. Долгополова, Т.А. Колодяжная // Международный журнал экспериментального образования. – 2011. – №12. – С. 62-63.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРОЦЕССОРОВ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

Яновский А.А., Каныгин Я.В.

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

У всех элементов, применяемых в радиоэлектронике, у полупроводниковых приборов, а особенно у процессоров персональных компьютеров, есть максимальная температура, при которой все они остаются работоспособными. Причём это температура, при которой технические характеристики сохраняются в течение всего заданного срока эксплуатации. Но существует и предельная температура, которая выше максимальной рабочей, но при превышении данной температуры срок службы процессора и его производительность существенно снижается, кроме того не гарантируются его характеристики и работоспособность. Таким образом, отвод тепла от процессоров в настоящее время и в обозримом будущем будет являться крайне актуальным вопросом.

На сегодняшний день существуют различные виды систем охлаждения процессоров персональных компьютеров. Рассмотрим математические и технические аспекты, а также принцип работы систем охлаждения процессоров персональных компьютеров различного типа.

Физический процесс охлаждения процессоров основан, как и охлаждение любого другого элемента электроники, основан на передаче тепла от более нагретого тела (процессора) к менее нагретому (системе охлаждения). Для охлаждения необходимо организовать подведение некоторого рабочего вещества, которое называют хладагентом теплоносителем. Существует несколько видов теплопереноса. Первый это теплопроводность, способность вещества проводить тепло внутри своего объёма; в этом случае нужно только создать физический контакт некоторого объёма вещества с охлаждаемым объектом. Второй механизм: конвективный теплообмен с хладагентом, связан с физическим переносом охлаждающего вещества.

Различают следующие основные виды систем охлаждения процессоров ПК:

- Пассивное охлаждение,
- Системы воздушного охлаждения,
- Системы жидкостного охлаждения.

При пассивное охлаждение отвод тепла от процессора осуществляется излучением тепла и естественной конвекцией. Пассивным охлаждением могли довольствоваться отдельные компоненты компьютера (в том числе процессоры 1980-х начала 1990-х годов), при условии, что их радиаторы помещены в достаточный поток воздуха, создаваемый рядом расположенными вентиляторами других устройств. Плюсом данного вида охлаждения является отсутствие шума. Минус – из-за низкой теплопроводности воз-

духа, сложно организовать эффективное пассивное охлаждение в воздушном пространстве, особенно для энергонагруженных элементов, какими являются современные процессоры.

Системы воздушного охлаждения. Принцип работы заключается в непосредственной передаче тепла от нагревающегося компонента на радиатор за счёт теплопроводности материала или с помощью тепловых трубок. Радиатор излучает тепло в окружающее пространство системного блока ПК тепловым излучением и передаёт тепло теплопроводностью окружающему воздуху. Это происходит в основном за счёт вентиляторов, установленных на радиатор, а также за счёт теплопроводности окружающей среды (воздуха, находящегося в блоке). Такой тип охлаждения систем процессоров ПК является наиболее распространённым в настоящее время. Безусловным преимуществом такой системы охлаждения является универсальность и невысокая стоимость. Однако есть и минусы – высокоэффективные и тихие системы такого типа охлаждения весьма дороги, а дешёвые отличаются высоким уровнем шума. Кроме того, они не могут являться оптимальными для производительных процессоров последних поколений: AMD FX и Intel Core i7.

Системы жидкостного охлаждения. Циркулирующая жидкость обеспечивает гораздо лучшее теплоотведение, чем поток воздуха. Холодная жидкость прокачивается через радиаторы охлаждаемых устройств, в которых она нагревается (отводит тепло). После этого нагретая жидкость поступает в теплообменник, в котором обменивается теплом с окружающим пространством и охлаждается (под действием вентиляторов). Для того чтобы заставить жидкость циркулировать по замкнутому корпусу, применяется специальный насос – помпа. Плюсы данной системы – бесшумность работы, высокая эффективность охлаждения, увеличение производительности процессоров. Однако такие системы отличаются сложностью установки.

В инженерной практике, а также при разработке ПК, широкое распространение получила приближённая математическая модель конвективного теплопереноса [1-2], основанная на линейном уравнении теплообмена Ньютона и концепции коэффициента теплоотдачи (КТО). Уравнение Ньютона постулирует, что тепловой поток Q , передаваемый от нагретой поверхности тела площадью S в жидкостную среду, пропорционален первой степени разности температуры поверхности тела T_w и среды T_a , а именно

$$Q = \alpha S (T_w - T_a). \quad (1)$$

Коэффициент пропорциональности α называется коэффициентом теплоотдачи, включающим в себя, согласно концепции КТО, всю сложность процесса конвективного теплопереноса, который пока не поддается математическому моделированию. Адекватность КТО в большинстве случаев невозможно достоверно оценить, а результаты моделирования, получаемые на ее основе, могут довольно существенно отличаться от данных эксперимента, достигая десятков процентов. Альтернативой концепции КТО является подход, при котором проблема теплообмена рассматривается в сопряженной постановке.

Основной средой в электронных устройствах является воздух, который может, как подаваться (нагнетаться) от внешних устройств, приводя к вынужденной конвекции, так и находиться в свободном состоянии естественной конвекции. Рассмотрим уравнения математической модели конвективного теплообмена воздушной среде.

Рассмотрим свободную естественную конвекцию в замкнутом объеме некоторого электронного устройства. Воздушную среду будем считать несжимаемой, то есть давление в воздухе предполагается мало изменяющимся, так что изменением плотности воздушной среды под влиянием изменения давления можно пренебречь. Наибольший же интерес для практики представляют установившиеся процессы теплообмена, поэтому уравнения математической модели считаются стационарными и не зависящими от времени.

Уравнение Навье–Стокса в воздушной среде:

$$v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_y}{\partial y} = \nu \frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2} + \beta g(T - T_0). \quad (2)$$

Уравнение переноса энергии в воздушной среде:

$$v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_y}{\partial y} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}. \quad (3)$$

Уравнение непрерывности воздушной среды:

$$v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_y}{\partial y} = 0 \quad (4)$$

Уравнение теплопроводности пластины:

$$\lambda_w \frac{\partial^2 T_w}{\partial x^2} + \lambda_w \frac{\partial^2 T_w}{\partial y^2} + Q(x, y) = 0. \quad (5)$$

Граничные условия для скоростей воздуха:

$$v_x = v_y = 0 \text{ при } y = 0; \quad v_x = 0, \quad T = T_0 \quad (6)$$

для значений y вне пограничного слоя.

Граничные условия 4-го рода:

$$-\left(\lambda_w \frac{\partial T_w}{\partial x} \right)_{y=0} = \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right)_{y=0}.$$

Здесь v_x и v_y – скорость воздуха вдоль осей x и y соответственно; $T = T(x, y)$ и $T_w = T_w(x, y)$ – распределение температуры в воздушной среде и пластине соответственно; $Q(x, y)$ – объемная плотность распределения интенсивностей источников теплоты в пластине; T_0 – температура воздуха за пределами пограничного слоя.

Отметим, что граничные условия на противоположной поверхности пластины определяются конкретными условиями теплообмена для данной конструкции электронного устройства. Так, если с обратной стороны пластины происходит конвективный теплообмен, к математической модели (2)–(7) необходимо добавить аналогичные уравнения и граничные условия.

Если рассматривается вынужденная конвекция, возникающая в электронном устройстве при нагнетании воздуха со скоростью v_c от внешних устройств, то в случае ламинарного режима течения математические модели вынужденной и свободной конвекции совпадают, за исключением того, что конвективный член $\beta g(T - T_0)$ в соответствующих уравнениях будет отсутствовать, а в граничном условии (6) для значений координаты y , лежащих вне пограничного слоя, вместо $v_x = 0$ должно быть задано условие $v_x = v_c$. Когда при нагнетании воздушной среды скорость воздуха достигает величины, при которой критерий Рейнольдса $Re = v_c L / \nu$ становится больше своего критического значения $Re_{кр}$, возникает турбулентный режим движения воздуха.

Протекание конвективных процессов теплообмена определяется влиянием множества факторов, таких как геометрические размеры конкретного электронного устройства, его конструктивные особенности, герметичность устройства, наличие вентиляци-

онных отверстий, пространственное расположение элементов внутри устройства, характер ограниченности пространства и пр.

Особый интерес в области компьютерной электроники может представлять проблема проектирование и создание систем охлаждения процессоров персональных компьютеров, на основе намагничивающихся нанодисперсных жидкостей, решением которой мы занимаемся в рамках Гранта Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере. Преимуществом таких систем охлаждения являются высокие показатели мощности отводимого тепла (TDP), которые позволяют добиться максимальной производительности процессора. Кроме того, традиционные системы воздушного охлаждения характеризуются высоким уровнем шума, приближающимся к верхней границе нормы безопасности, жидкостное охлаждение на основе магнитных жидкостей позволит сделать системы охлаждения компьютеров практически бесшумными.

В современном мире, где постоянно растут тактовые частоты, вычислительные мощности, стало реальным использовать многоядерную архитектуру, что сделало возможным поднять производительность ПК на новый уровень. Но обратная сторона медали заключается в том, что при увеличении тактовых частот соответствующим образом увеличивается тепловыделение электронных компонентов. Собственно это и есть проблема охлаждения компьютера, решение которой придёт к эволюции в области электроники.

Качественно новое инженерное решение в области охлаждения процессоров персональных компьютеров может быть предложено на основе механизма термомагнитной конвекции, реализуемое в жидких намагничивающихся нанодисперсных средах (магнитных жидкостях) [3-11].

Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Список литературы

1. Лыков А.В. Тепломассообмен. – Изд. 2-е. – М.: Энергия, 1978.
2. Мадера А.Г. Моделирование теплообмена в технических системах. – М.: МФ ФИЛ, 2005.
3. Yanovskii A.A., Simonovskii A.Ya., Klimenko E.M. On the Influence of the Magnetic Field upon Hydrogasdynamic Processes in a Boiling Magnetic Fluid // Surface Engineering and Applied Electrochemistry. – 2014. – Vol. 50, № 3. – P. 260–266.
4. Яновский А.А., Симоновский А.Я., Клименко Е.М. К вопросу о влиянии магнитного поля на гидрогазодинамические процессы в кипящей магнитной жидкости // Электронная обработка материалов. – 2014. – № 3. – С. 66-72.
5. Яновский А.А., Спасибов А.С. Математическое моделирование процессов в кипящих намагничивающихся средах // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 183-186.
6. Яновский А.А., Симоновский А.Я., Савченко П.И. Моделирование гидрогазодинамических процессов в кипящей магнитной жидкости // Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона. – Ставрополь, 2013. – С. 159-163.
7. Игropуло В.С., Яновский А.А. Математическое моделирование некоторых ориентационных процессов на наноповрхностях // Обозрение прикладной и промышленной математики. – 2008. – Т. 15, № 3. – С. 484-485.
8. Литвин Д.Б., Яновский А.А., Донец З.Г. Интерполяция и аппроксимация данных в matlab // Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона. – 2013. – С. 97-99.
9. Яновский А.А., Симоновский А.Я., Холопов В.Л. Влияние магнитного поля на процессы парообразования в кипящей магнитной жидкости // Фундаментальные исследования. – 2013. – №8(2). – С. 332-337.
10. Яновский А.А. Тепло- и массоперенос при кипении магнитной жидкости на неограниченной поверхности с точечным подводом тепла // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2011. – №4(3). – С. 1289-1290.
11. Симоновский А.Я., Яновский А.А. Влияние однородного магнитного поля на теплообмен при кипении магнитной жидкости на неограниченной поверхности // Наука. Инновации. Технологии. – 2011. – №6-1. – С. 272-278.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРОЦЕССОРОВ ПК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ В КАЧЕСТВЕ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Яновский А.А., Симоновский А.Я., Хаустов П.А.

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Системы охлаждения являются неотъемлемой частью как техники ставшей привычным атрибутом современной жизни: автомобили, компьютеры, котлы отопления и т.д., так и различного рода промышленных устройств – теплообменных аппаратов, а также трансформаторов, ядерных реакторов. С ростом интенсивности тепловыделения устройствами, проблема интенсификация процесса отвода тепла от различных поверхностей становится крайне актуальной [1]. Наиболее эффективным видом охлаждения является жидкостное охлаждение – отвод излишнего тепла от поверхности тела посредством контакта с циркулирующей охлаждающей жидкостью.

Проведенные нами исследования в области теплообмена нанодисперсных намагничивающихся жидкостей (магнитных жидкостей) позволяют сделать вывод о том, что созданные с использованием их в качестве охлаждающей жидкости теплообменные аппараты позволяют [3-10]:

- оперативно управлять интенсивностью отвода тепла посредством магнитного поля;
- повысить удельную мощность отводимого от нагретых поверхностей тепла;
- уменьшить массогабаритные параметры теплообменных установок.

С каждым годом производительность компьютеров существенно возрастает, растет и тепловыделение. Так с 80 года прошлого века по настоящее время энергопотребление и выделение тепла процессоров возросло в 50 раз и приблизилось к 200 Вт, а вес систем охлаждения увеличился до килограмма, а иногда и более, и ассоциируются скорее со сварочным аппаратом, нежели со сложным вычислительным прибором. Увеличивается и частота вращения вентиляторов, шум от которых достигает порога небезопасных для человека значений. Все это влечет за собой необходимость совершенствования систем охлаждения процессоров.

Особый интерес в области компьютерной электроники может представлять проблема проектирование и создание систем охлаждения процессоров персональных компьютеров, на основе намагничивающихся нанодисперсных жидкостей, решением которой мы занимаемся в рамках Гранта Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере. Преимуществом таких систем охлаждения являются высокие показатели мощности отводимого тепла (TDP), которые позволяют добиться максимальной производительности процессора. Кроме того, традиционные системы воздушного охлаждения характеризуются высоким уровнем шума, приближающимся к верхней границе нормы безопасности, жидкостное охлаждение на основе магнитных жидкостей позволит сделать системы охлаждения компьютеров практически бесшумными.

Рассмотрим основные типы систем охлаждения процессоров, существующие на данный момент [2].

Воздушные системы охлаждения представлены радиаторами и кулерами. Сам по себе радиатор не снижает температуру чипа, а лишь увеличивает площадь поверхности, которая соприкасается с воздухом. Тепло от охлаждаемого объекта идет к основанию радиатора, потом распределяется по всей площади и

уходит в окружающую среду, но из-за закрытости процессоров, воздух постепенно нагревается, и такой процесс становится все менее эффективным. В качестве материала радиаторов часто используют алюминий благодаря низкой стоимости данного металла.

На сегодняшний день радиаторы не способны справиться с теплоотводом от современных процессоров, поэтому их место занял другой тип воздушных систем охлаждения – кулеры. Кулер является совокупностью радиатора и вентилятора, главная функция этого устройства является снижения температуры охлаждаемого объекта и поддержание ее на определенном уровне. Самая важная часть любого кулера – вентилятор, который является главной причиной шума, который издает системный блок. По уровню шума кулеры классифицируются от условно бесшумных (24 дБ) до не эргономичных (больше 42 дБ). В общем, кулеры представляют собой доступный и недорогой способ спасти процессор от перегрева, но со временем у любого кулера появляются шумы, которые могут вызывать дискомфорт.

Все большее распространение получают водяные системы охлаждения. В состав системы входят радиатор, резервуар, водоблок и шлангов, которые образуют замкнутый контур, по которому идет жидкость (наиболее часто используется вода). Эффективность этой системы зависит от массивности радиатор и резервуара. Водоблок прикрепляется к центральному процессору, а помпа отвечает за циркуляцию воды. Вся эффективность прибора обуславливается высокой теплоемкостью воды, которая непрерывно циркулирует не дает водоблоку, а следовательно, и процессору перегреваться. Водяные системы характеризуются большими размерами, так один из самых лучших представителей располагается вне системного блока, но если уменьшать их, то будет возрастать уровень шума, издаваемый системой. Сегодня все чаще вместо водоблока применяют ватерблоки, который представляет из себя алюминиевый или медный цилиндр, в котором проведены каналы для протока воды. Основное отличие ватерблока заключается в его более эффективной передаче тепла от процессора к воде.

Еще один вид систем охлаждения это модуль Пельтье. Он представляет собой кулер со специальной пластиной с двумя соприкасающимися полупроводниками, которая переносит тепло при помощи электричества. Принцип работы основан на эффекте Пельтье: «при протекании тока через пластину, которая состоит из двух соприкасающихся проводников одна сторона будет нагреваться, а другая – остывать». Поэтому одна из сторон всегда будет нагрета сильнее другой, что соответственно заставит тратить больше времени на охлаждение процессора. Данный кулер не отводит тепло, а перераспределяет его внутри себя, что позволяет называть его радиатором, поэтому кулер на основе модуля Пельтье обычно сопровождается с мощным вентилятором. Модуль Пельтье сопоставим по эффективности с водяными система, при этом по конструкции не сильно отличается от воздушных систем, а его цена находится в среднем диапазоне между двумя этими система.

Чтобы использовать весь потенциал процессоров прибегают к охлаждению процессоров до отрицательных температур. Этого добиваются использованием азота или сухого льда. Одной из проблем таких систем является их дороговизна и непрактичность: вблизи процессора конденсируется влага. Это связано с быстрым изменением температуры при включении и выключении ПК.

В основе разрабатываемой нами системы охлаждения процессора лежит механизм термомагнитной

конвекции. Он заключается в том, что в магнитной жидкости нагретой неравномерно холодные слои начинают втягиваться в область с большей напряженностью магнитного поля, вытесняя более нагретые слои. Тем самым, ориентируя градиентное магнитное поле в направлении охлаждаемой поверхности, мы обеспечиваем к ней постоянный приток холодных слоев магнитной жидкости. По нашим оценкам интенсивность термомагнитной конвекции превышает интенсивность естественной гравитационной конвекции, используемой в стандартных системах охлаждения процессоров, примерно в 10 раз. Такая технология охлаждения лежит в основе охлаждения звуковых динамиков, производимых фирмой Sony. Разрабатываемые нами системы охлаждения процессоров на основе магнитных жидкостей, позволят увеличить мощность отводимого тепла, снизить уровень шума, и уменьшить их габариты.

Для реализации нашего проекта необходимо проведение исследований в области влияния магнитных полей на теплообменные процессы в намагничивающихся нанодисперсных жидкостях (магнитных жидкостях), а также конструирование материалов для создания и тестирования опытно-конструкторских образцов систем охлаждения.

В заключение выражаем благодарность Фонду содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере за финансовую поддержку в рамках предоставленного Гранта.

Список литературы

1. Леонтьев В. Персональный компьютер. – М.: Медиа Групп, 2012. – 134 с.
2. Жогов Н. Современные системы охлаждения // ЛКИ. – 2008. – № 11.
3. Yanovskii A.A., Simonovskii A.Ya., Klimenko E.M. On the Influence of the Magnetic Field upon Hydrogasdynamic Processes in a Boiling Magnetic Fluid // Surface Engineering and Applied Electrochemistry. – 2014. – Vol. 50, № 3. – P. 260–266.
4. Яновский А.А., Симоновский А.Я., Клименко Е.М. К вопросу о влиянии магнитного поля на гидрогазодинамические процессы в кипящей магнитной жидкости // Электронная обработка материалов. – 2014. – № 3. – С. 66–72.
5. Яновский А.А., Спасибов А.С. Математическое моделирование процессов в кипящих намагничивающихся средах // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 183–186.
6. Игропуло В.С., Яновский А.А. Математическое моделирование некоторых ориентационных процессов на наноповерхностях // Обзорные прикладной и промышленной математики. – 2008. – Т. 15, № 3. – С. 484–485.
7. Литвин Д.Б., Яновский А.А., Донец З.Г. Интерполяция и аппроксимация данных в matlab // Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона. – 2013. – С. 97–99.
8. Яновский А.А., Симоновский А.Я., Холопов В.Л. Влияние магнитного поля на процессы парообразования в кипящей магнитной жидкости // Фундаментальные исследования. – 2013. – №8(2). – С. 332–337.
9. Яновский А.А. Тепло- и массоперенос при кипении магнитной жидкости на неограниченной поверхности с точечным подводом тепла // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2011. – №4(3). – С. 1289–1290.
10. Симоновский А.Я., Яновский А.А. Влияние однородного магнитного поля на теплообмен при кипении магнитной жидкости на неограниченной поверхности // Наука. Инновации. Технологии. – 2011. – №6-1. – С. 272–278.

ТЕОРИЯ ИГР КАК АНАЛИЗ ПРИНЯТИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ В КОНФЛИКТНЫХ СИТУАЦИЯХ

Янюк Е.Н., Яфизова А.И.

Ставропольский аграрный государственный университет, Ставрополь, e-mail: dolgoplova.a@mail.ru

В настоящее время выделяют два взгляда на математику и ее роль среди наук. Сторонники первого взгляда отмечают, что математика – это нечто самостоятельное и самобытное, вторые это также признают, но в основном считают, что математика – это ин-

струмент, владение которым полезно и необходимо. Несомненно, данная наука имеет определенное концептуальное значение, но для специалистов в сфере экономики и управления она является инструментом анализа, организации и управления.

Часто приходится принимать решения в условиях неопределенности при проведении экономического анализа. Результаты работы предприятия определяются действиями, предпринимаемыми соперниками. Такие ситуации называют конфликтными. Научные основы и методы решения задач с конфликтными ситуациями определяет теория игр.

Теория игр – это раздел математики, предметом которого является анализ принятия оптимальных решений в конфликтных условиях. Теория игр возникла из задач классической теории вероятностей и сформировалась в самостоятельный раздел в 1945-1955 годах. Таким образом, теория игр – это один из новейших разделов математики.

Наиболее полное содержание идей и методов теории игр впервые появилось в 1944 году в работе «Теория игр и экономическое поведение» (Theory of Games and Economic Behavior) математика Дж. фон Неймана и экономиста О. Моргенштерна. Фон Нейман опубликовал несколько работ по теории игр в 1928 г. и 1935 г.; другим представителем теории игр является математик Э. Борель. Также, некоторые фундаментальные идеи были предложены и А. Вальдом, который заложил основы нового подхода к теории принятия решений.

При решении задач необходимо полное знание правил игры (т.е. формулирование условий), установление количества игроков, выявление их возможных стратегий, возможных выигрышей (проигрыш понимается как отрицательный выигрыш). Важным элементом является – стратегия, т.е. действия игрока, которые определяются в зависимости от ситуации игры. Количество стратегий у каждого игрока может быть конечным и бесконечным. Важными являются понятия оптимальной стратегии, цены игры, среднего выигрыша. Эти понятия находят отражение в определении решения игры: стратегии P'' и Q'' первого и второго игрока соответственно называются их оптимальными стратегиями, а число V – ценой игры, если для любых стратегий P первого игрока и любых стратегий Q выполняются неравенства:

$$M(P, Q'') \leq V \leq M(P'', Q),$$

где $M(P, Q)$ означает математическое ожидание выигрыша (средней выигрыш) первого игрока, если первым и вторым игроками избраны соответственно стратегии P и Q .

По характеру взаимодействия игры подразделяются на:

1) бескоалиционные (некооперативные): игроки не имеют права вступать в соглашения, образовывать коалиции (целью каждого игрока является получение по возможности наибольшего индивидуального выигрыша);

2) коалиционные (кооперативные) – игры, в которых действия игроков направлены на максимизацию выигрышей коллективов (коалиций) без последующего их разделения между игроками. Исходом такой игры является дележ выигрыша коалиции, который возникает не как следствие тех или иных действий игроков, а как результат их наперед определенных соглашений.

В соответствии с этим в кооперативных играх сравниваются по предпочтительности не ситуации, как это имеет место в бескоалиционных играх, а дележи; и сравнение это не ограничивается рассмотрени-

ем индивидуальных выигрышей, а носит более сложный характер.

В классической теории игр кооперативные и бескоалиционные игры объясняются в значительной степени по-разному. Нэш – первым ввел различие и дал понятие кооперативным играм. Кооперативные игры – это игры, допускающие как свободный обмен информацией, так и принудительные соглашения между игроками, в отличие от бескоалиционных игр, которые не допускают ни свободного обмена информацией, ни принудительных соглашений.

Однако бинарное различие, построенное на одновременном выполнении двух критериев, логически малоудовлетворительно. Невозможно определить одну категорию как класс всех объектов, обладающих обоими свойствами S и D , а другую категорию как класс всех объектов, не обладающих ни одним из этих свойств. Если это сделать, как же быть с объектами, обладающими свойством S , но не D , и с объектами, обладающими свойством D , но не S ?

Лучше использовать различие по одному критерию, то есть определять кооперативные игры – как игры, допускающие принудительные соглашения, а бескоалиционные игры – как игры, не допускающие этих соглашений. В большинстве случаев значение имеет допустимый объем обмена информацией между игроками.

Рассмотрим игру на примере задачи прогнозирования площади посевов в зависимости от погодных условий.

ТВ «Агрокомплекс», которое владеет ограниченным участком земли, может посадить на нем одну из трех зерновых культур: пшеницу, рис, гречиху. Урожай этих культур зависит от погодных условий, которые могут быть засушливыми, нормальными или дождливыми.

Агроном имеет информацию об урожайности этих культур при трех различных состояниях погоды, которая отражена в матрице H :

Виды культур	Возможные состояния погоды			Цены (X)
	Засуха (D)	Нормальная (E)	Дождливая (F)	
Пшеница (A)	22,7	40,1	17,0	107,17
Рис (B)	10,5	59,3	10,5	234,22
Гречиха (C)	31,4	47,7	36,6	167,578

Тогда матрица H , характеризующая возможные доходы, которые может получить агроном от каждой из культур при различных погодных условиях, будет:

Виды культур	Возможные состояния погоды		
	D	E	F
A	2432,76	4297,5	1821,9
B	2576,42	13889,25	2459,3
C	5261,7	7993,1	6133,1

Необходимо определить пропорции, в которых агроном должен засеять имеющийся участок земли, чтобы максимизировать свой доход вне зависимости от того, какие погодные условия будут реализованы.

Данная задача может быть сведена к некооперативной игре. В данном случае в качестве первого игрока выступает агроном, а в качестве второго – природные условия.

Агроном имеет в своем распоряжении три чистые стратегии:

-первая чистая стратегия предполагает, что вся земля будет засеяна культурой А;
 -вторая чистая стратегия предполагает, что вся земля будет засеяна культурой В;
 -третья чистая стратегия предполагает, что вся земля будет засеяна культурой С;

Как игрок, природа может также использовать три возможные стратегии:

-засушливую погоду, которая соответствует первой чистой стратегии D;
 -нормальную погоду, которая соответствует второй чистой стратегии E;
 -дождливую погоду, которая соответствует третьей чистой стратегии F;

Решение.

1. Проанализируем матрицу игры H:

$$\begin{pmatrix} 2432,76 & 4297,5 & 1821,9 \\ 2576,42 & 13889,25 & 2459,3 \\ 5261,7 & 7993,1 & 6133,1 \end{pmatrix}$$

Она не может быть упрощена.

2. Проверим, имеет ли данная игра седловую точку. Найдем верхнюю и нижнюю цену игры:

$$V_+ = \max_i \min_j h_{ij} = 5261,7; \quad V_- = \min_j \max_i h_{ij} = 5261,7.$$

Так как нижняя цена игры равна верхней цене игры, то конечная некооперативная игра имеет седловую точку и решается в чистых пропорциях.

Можно сделать вывод, что засевая весь участок гречихой, ТВ «Агрокомплекс» будет иметь прибыль не менее 5261,7 рублей вне зависимости от погодных условий.

Применительно к экономике, теория игр изучает функционирование экономических систем в условиях «несовершенного рынка». Игровые модели олигополий и аукционов являются примерами успешного применения игрового подхода. Решение проблем асимметричной информированности участников экономической системе также является важным достижением теории игр.

Список литературы

1. Бондаренко В.А., Мамаев И.И., Сахнюк П.А., Сахнюк Т.И. Математическая модель расстановки игроков в баскетбольной команде // Экономические, инновационные и информационные проблемы развития. – 2014. – С. 69-74.
2. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б., Донец З.Г. Экономико-математическое моделирование факторов экономического анализа посредством метода линейного программирования // Аграрная наука, творчество, рост. – Ставрополь, 2014. – С. 329-332.
3. Коннова Д.А., Леликова Е.И., Мелешко С.В. Взаимодействие математики с экономикой // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 159-161.
4. Кубанова Д.М., Лорсанова Х.А., Невидомская И.А. Особенности применения теории игр в задачах экономического содержания // Theoretical & Applied Science. – 2013. – №5(1). – С. 47-50.
5. Сизова С.А., Мурдугова В.Ю., Мелешко С.В. Линейное программирование как область математического программирования при решении экономических задач // Theoretical & Applied Science. – 2013. – №6 (2). – С. 16-20.

Секция «Математические методы решения инженерных задач»

научный руководитель – Агишева Джамиля Калимулловна, старший преподаватель

ПРИБЛИЖЁННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Брозе В.Е., Вараксин В.А., Светличная В.Б., Зотова С.А.

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: www.volpri.ru

Рассмотрим задачу Коши $\begin{cases} y' = x^2 + y^2, \\ y(0) = 0,2. \end{cases}$

Дифференциальное уравнение $y' = x^2 + y^2$ не относится к известному типу дифференциальных уравнений I порядка. Решим уравнение двумя способами:

- 1) с помощью рядов;
- 2) графический (методом изоклин).

Считаем, что решение $y = f(x)$ допускает разложение в ряд Маклорена

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^{(n)}(0)}{n!} \cdot x^n.$$

Определим первые шесть слагаемых. Вычислим коэффициенты:

$$y'(0) = x^2 + y^2 = 0,04;$$

$$y''(0) = 2x + 2yy' = 0,016;$$

$$y'''(0) = 2 + 2y'y' + 2yy'' = 2,0096;$$

$$y^{(4)}(0) = 2(3y'y'' + yy''') = 2,897;$$

$$y^{(5)}(0) = 2(3(y'')^2 + 4y'y^{(3)} + yy^{(4)}) = 4,124.$$

Таким образом, получили приближённое решение

$$y = 0,2 + 0,04x + 0,008x^2 + 0,335x^3 + 0,121x^4 + 0,034x^5.$$

Построим кривую, соответствующую найденному решению при $x = \{-5; -4; -3; -2; -1; 0; 1; 2; 3; 4; 5\}$. Для этого используем систему компьютерной математики MathCAD (рис. 1).

$$x := \begin{pmatrix} -5 \\ -4 \\ -3 \\ -2 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{pmatrix} \quad y := 0,2 + 0,04x + 0,008x^2 + 0,335x^3 + 0,121x^4 + 0,034x^5$$

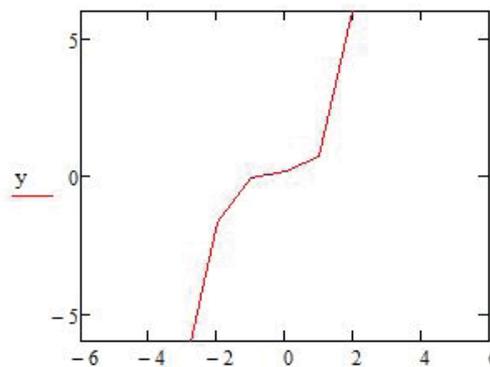


Рис. 1

Теперь решим это же уравнение графически. Построим поле направлений дифференциального уравнения, изображая изоклины: $c = x^2 + y^2$, ($c \geq 0$).

Изоклины – семейство окружностей с центром (0;0) и радиусом \sqrt{c} .

1) $c=0: x^2 + y^2 = 0$ – уравнение определяет точку (0;0) в которой $\operatorname{tg}\alpha=0$, значит $\alpha=0$;

2) $c=1: x^2 + y^2 = 1$, вдоль этой изоклины отрезки поля имеют угловой коэффициент $\operatorname{tg}(\alpha)=1$, т.е. $\alpha=\arctg(1) \alpha = \pi/4$;

3) $c=4: x^2 + y^2 = 4$, $\operatorname{tg}\alpha=4$, $\alpha=\arctg(4)\approx 76^\circ$;

4) $c=9: x^2 + y^2 = 9$, $\operatorname{tg}\alpha=9$, $\alpha=\arctg(9)\approx 84^\circ$;

5) $c=16: x^2 + y^2 = 16$, $\operatorname{tg}\alpha=16$, $\alpha=\arctg(16)\approx 86^\circ$;

6) $c=25: x^2 + y^2 = 25$, $\operatorname{tg}\alpha=25$, $\alpha=\arctg(25)\approx 88^\circ$.

Используя найденные значения, построим изоклины и поле направлений (рис. 2). Далее можно привести приближённое графическое решение.

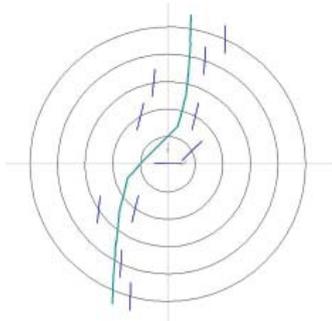


Рис. 2

Сопоставив два приближённых решения, приходим к выводу, что они графически совпадают.

Список литературы

1. Калужный Д.А., Светличная В.Б. Решение операционным способом дифференциальных уравнений с импульсной правой частью // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 6. – С. 100-101.
2. Любимова О.В., Самодьянова А.С., Матвеева Т.А. Решение дифференциальных уравнений с импульсной правой частью // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 49-49.
3. Светличная В.Б., Мальцев А.В., Рубцов А.А. Поиск общего решения линейного неоднородного дифференциального уравнения по известным частным решениям // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5 (2). – С. 199-200.
4. Светличная В.Б., Матюнина Е.В. Разные способы решения линейного дифференциального уравнения // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5 (2). – С. 195-196.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ КОРРЕЛЯЦИИ НА ПРАКТИКЕ

Городжий А.В., Зотова С.А.,
Матвеева Т.А., Светличная В.Б.

Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: www.volpri.ru

Ни для кого не секрет, что между случайными величинами может существовать определённая зависимость. Один из её видов – это статистическая зависимость, которая имеет место тогда, когда при изменении одной случайной величины изменяется закон распределения другой случайной величины. Статистическая зависимость, в свою очередь, называется корреляционной, если при изменении одной из величин изменяется среднее значение другой – это зависимость в среднем, и она является функциональной.

Элементы теории корреляции занимают важное место в математической статистике, так как они имеют обширную область применения, охватывая также

и экономическую сферу. В качестве примера рассмотрим следующую задачу.

Распределение 100 предприятий отрасли по объёму выпускаемой продукции X (тыс. ед.) и её себестоимости Y (руб.) представлено в таблице:

x \ y	48	58	68	78	m_{x_i}
17	—	—	—	1	1
18	—	—	29	1	30
19	—	29	10	—	39
20	21	6	—	—	27
21	3	—	—	—	3
m_{y_j}	24	35	39	2	100

После проведения необходимых математических расчетов мы получили следующие данные: $\bar{x} = 19,01$, $\sigma_x = 0,854$; $\bar{y} = 59,9$, $\sigma_y = 8,209$; $\overline{xy} = 1132,48$. Условные средние значения \bar{x}_y и \bar{y}_x и межгрупповые дисперсии равны: $\bar{x}_{y=48} = 20,1$, $\bar{x}_{y=58} = 19,2$, $\bar{x}_{y=68} = 18,3$, $\bar{x}_{y=78} = 17,5$, $\delta_x = 0,73$; $\bar{y}_{x=17} = 78$, $\bar{y}_{x=18} = 68,3$, $\bar{y}_{x=19} = 60,6$, $\bar{y}_{x=20} = 50,2$, $\bar{y}_{x=21} = 48$, $\delta_y = 7,37$.

Корреляционные отношения: $\eta_{XY} = 0,85$, $\eta_{YX} = 0,898$, на основании чего делаем вывод, что между X и Y имеется сильная корреляционная зависимость. Коэффициент корреляции при этом равен $-0,89$, что говорит нам о наличии сильной убывающей линейной зависимости. На уровне значимости $\alpha=0,05$ мы наблюдаем наличие линейной корреляции. Корреляция называется линейной, если линия регрессии одной случайной величины на другую является прямой линией. Уравнения линейной регрессии выглядят следующим образом:

$y_x = -8,6x + 223,4$	$x_y = -0,1y + 25$
Полученное уравнение показывает, что при увеличении объёма выпуска X на 1 тыс. ед. себестоимость Y уменьшается в среднем на 8,6 (руб.).	Полученное уравнение показывает, что для уменьшения себестоимости Y на 1 руб. необходимо в среднем увеличить объём выпуска X на 0,1 тыс. ед.

Теоретический коэффициент детерминации равен 0,7921, это означает, что 79,21% вариации себестоимости продукции объясняется уравнением линейной регрессии, остальные 20,79% вариации себестоимости обусловлены влиянием неучтённых в модели факторов.

Средние квадратические ошибки S_{ϵ_y} и S_{ϵ_x} равны 3,14 и 0,23 соответственно. Таким образом, найденные модели линейной регрессии целесообразно использовать. Средние ошибки аппроксимации составляют 2,76% и 0,675%, что свидетельствует о незначительных погрешностях моделей.

Таким образом, мы увидели, как себестоимость и объём выпускаемой продукции зависят друг от друга относительно большого числа различных предприятий. Подобную информацию целесообразно применять, например, при ведении конкурентной борьбы, а также при формировании исходных данных (себестоимость и объём выпускаемой продукции) при запуске деятельности предприятия с целью максимизации экономической прибыли.

Список литературы

1. Агишева Д.К., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б. Математическая статистика: учебное пособие // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 2. – С. 122-123.
2. Светличная В.Б., Матвеева Т.А., Фильчаков С.А. Исследование корреляционной зависимости интенсивности движения и скорости // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5 (2). – С. 198-199.
3. Аббазова Р.А., Агишева Д.К., Светличная В.Б., Пак К.И. Теория корреляции в решении задачи «об отчислениях в пенсионный фонд» // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5 (2). – С. 186-187.

ПОИСК УРАВНЕНИЯ ПАРАБОЛИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ

Давыдов А.С., Агишева Д.К., Матвеева Т.А.

Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: www.volpi.ru

Дана двумерная выборка:

$x \backslash y$	48	67	86	m_{xi}
0	1	–	–	1
1	2	29	–	31
2	–	2	30	32
3	–	29	6	35
4	1	–	–	1
m_{yj}	4	60	36	100

По данным таблицы найти соответствующее уравнение регрессии.

Решение. Проведём вспомогательные расчёты:

$$\bar{x} = 2,04, \quad \bar{x}^2 = 4,9, \quad \sigma_x = \sqrt{\bar{x}^2 - \bar{x}^2} = 0,859,$$

$$\bar{y} = 73,08, \quad \bar{y}^2 = 5448,12,$$

$$\sigma_y = \sqrt{\bar{y}^2 - \bar{y}^2} = 10,365, \quad \bar{xy} = 150,36.$$

$$\bar{x} = 2,04, \quad \bar{x}^2 = 4,9, \quad \sigma_x = \sqrt{\bar{x}^2 - \bar{x}^2} = 0,859,$$

$$\bar{y} = 73,08, \quad \bar{y}^2 = 5448,12,$$

$$\sigma_y = \sqrt{\bar{y}^2 - \bar{y}^2} = 10,365, \quad \bar{xy} = 150,36.$$

Корреляционное отношение

$$\eta_{xy} = \frac{\delta_y}{\sigma_y} = 0,839,$$

значит, имеется сильная корреляционная зависимость. Коэффициент корреляции

$$r_{\rho} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y} = 0,143,$$

значит, линейная зависимость практически отсутствует. По виду расположения условных средних значений \bar{y}_x на плоскости, которые представлены точками на рис. 1, предполагаем квадратическую зависимость. Составим уравнение нелинейной параболической регрессии: $y_x = ax^2 + bx + c$.

Заполним вспомогательную таблицу для вычисления коэффициентов.

Решая систему

$$\begin{cases} 490a + 204b + 100c = 7309,9, \\ 1296a + 490b + 204c = 15040,5, \\ 3634a + 1296b + 490c = 35806,7. \end{cases}$$

получим: $a = -12,2$; $b = 50,7$; $c = 29,5$. Таким образом, искомое уравнение регрессии имеет вид

$$y_x = -12,2x^2 + 50,7x + 29,5.$$

Заполним таблицу:

x	0	1	2	3
\bar{y}_x	48	65,8	84,8	70,3
y_x	29,5	68	82,1	71,8

Построим на одном чертеже график параболической регрессии $y_x = -12,2x^2 + 50,7x + 29,5$ и нанесём экспериментальные данные \bar{y}_x (рис. 1).

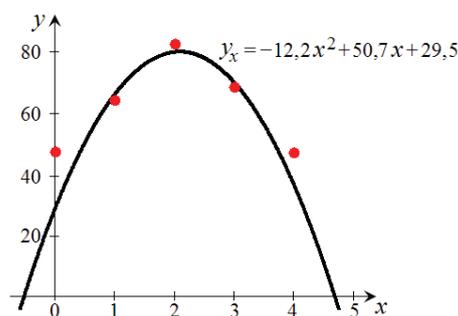


Рис. 1.

Список литературы

1. Агишева Д.К., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б. Математическая статистика: учебное пособие // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 2 – С. 122-123.
2. Булашкова М.Г., Ломакина А.Н., Чаузова Е.А., Зотова С.А. Роль математики в современном мире // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 45-45.
3. Ратушный И.А., Гаан А.С., Матвеева Т.А. Решение систем линейных уравнений методом Гаусса в среде программирования С++ // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8 (2). – С. 224-225.

Таблица для вычисления коэффициентов

x	\bar{y}_x	m_x	xm_x	x^2m_x	x^3m_x	x^4m_x	\bar{y}_xm_x	$x\bar{y}_xm_x$	$x^2\bar{y}_xm_x$
0	48	1	0	0	0	0	48	0	0
1	65,8	31	31	31	31	31	2039,8	2039,8	2039,8
2	84,8	32	64	128	256	512	2713,6	5427,2	10854,4
3	70,3	35	105	315	945	2835	2460,5	7381,5	22144,5
4	48	1	4	16	64	256	48	192	768
Σ	–	100	204	490	1296	3634	7309,9	15040,5	35806,7

ИНТЕРВАЛЬНЫЙ ВАРИАЦИОННЫЙ РЯД

Дацковская М.А., Колеснёв А.С.,
Агишева Д.К., Зотова С.А.

Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: www.volpi.ru

Если признак является непрерывным или число различных значений в выборке велико, вычислять частоту каждого из них не имеет большого смысла. В этом случае составляют интервальный вариационный ряд. Весь промежуток измерения значений выборки, от минимального до максимального, разбивают на частичные интервалы (чаще одинаковой длины), т. е. производится группировка.

Число интервалов следует брать не очень большим, чтобы после группировки ряд не был громоздким, и не очень малым, чтобы не потерять особенности распределения признака.

Число интервалов может быть определено по формуле Стерджеса

$$k \approx 1 + \log_2 n,$$

где $\log_2 n \approx 3,322 \cdot \lg n$, значение k подбирается целым. Однако такой способ определения числа интервалов является лишь рекомендуемым, но не является обязательным.

Длина интервала находится по формуле

$$h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k}.$$

За начало первого частичного интервала, как правило (но не обязательно), выбирается точка

$$x_0 = x_{\min} - \frac{h}{2}.$$

В первую строку таблицы интервального ряда вписывают частичные промежутки $[x_0; x_1]$, $(x_1; x_2]$, ..., $(x_{k-1}; x_k]$, имеющие одинаковую длину h , при этом весь интервал $[x_0; x_k]$ должен полностью покрывать все имеющиеся значения признака, т. е. $x_0 \leq x_{\min}$, $x_{\max} \leq x_k$.

Во второй строке вписывают количество наблюдений m_i ($i = 1, 2, \dots, k$), попавших в каждый интервал.

Рассмотрим пример составления интервального вариационного ряда.

В таблице 1 приведена выборка результатов измерения роста 105 студентов (юношей). Измерения проводились с точностью до 1 см.

Требуется составить интервальный вариационный ряд.

Очевидно, что рост юношей есть случайная непрерывная величина. Найдём количество интервалов при

$$n = 105: k \approx 1 + \log_2 n = 1 + \log_2 105 = 7,714 \approx 8.$$

Т. к. $x_{\min} = 152$, $x_{\max} = 196$, то длина частичного интервала находится по формуле:

$$h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k} = \frac{192 - 156}{8} \approx 6.$$

$$\text{Примем } x_0 = x_{\min} - \frac{h}{2} = 152 - \frac{6}{2} = 152 - 3 = 149.$$

Исходные данные разбиваем на 8 интервалов: (149;155], (155;161], (161;167], (167;173], (173;179], (179;185], (185;191], (191;197].

Подсчитав число студентов m_i , попавших в каждый из полученных промежутков, получим интервальный вариационный ряд (табл. 2). Здесь

$$\sum_{i=1}^8 m_i = 105.$$

Список литературы

- Агишева Д.К., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б. Математическая статистика: учебное пособие // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 2. – С. 122-123.
- Булашкова М.Г., Ломакина А.Н., Чаузова Е.А., Зотова С.А. Роль математики в современном мире // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 45-45.

Таблица 1

155	170	185	180	188	152	173	178	178	168	185	172	170	183	175
173	170	183	175	180	175	193	178	183	180	197	178	181	187	168
174	179	184	183	178	180	178	163	166	178	175	182	190	167	170
178	183	170	178	181	173	168	185	175	170	155	169	186	179	189
156	174	179	179	169	186	174	171	184	175	193	178	184	180	196
175	181	188	168	179	178	183	184	178	181	177	163	166	178	175
183	190	167	170	178	183	170	178	182	173	168	186	176	171	188

Таблица 2

Рост, x_i	149-155	155-161	161-167	167-173	173-179	179-185	185-191	191-197
Частота, m_i	3	1	6	22	33	26	10	4

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ
ПО ОПТИМИЗАЦИИ ТОВАРА МЕТОДОМ
ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

Елисеева Л.А., Варламов Д.Б.,
Светличная В.Б., Зотова С.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: www.volpi.ru*

Постановка задачи.

Предприятие изготавливает товары в течение некоторого времени, а затем выходит на рынок с целью продажи этих товаров. Вероятности успешной или неуспешной продажи, а также величины доходов в зависимости от результата предыдущего раунда заданы матрицами:

$$P^{(1)} = \begin{pmatrix} 0,5 & 0,5 \\ 0,4 & 0,6 \end{pmatrix}, P^{(2)} = \begin{pmatrix} 0,6 & 0,4 \\ 0,5 & 0,5 \end{pmatrix},$$

$$P^{(3)} = \begin{pmatrix} 0,7 & 0,3 \\ 0,6 & 0,4 \end{pmatrix}, D^{(1)} = \begin{pmatrix} 9 & 3 \\ 3 & -7 \end{pmatrix},$$

$$D^{(2)} = \begin{pmatrix} 8 & 2 \\ 1 & -8 \end{pmatrix}, D^{(3)} = \begin{pmatrix} 6 & 1 \\ 0 & -10 \end{pmatrix}$$

Стратегия 1 соответствует отсутствию рекламы, стратегия 2 – рекламе по радио, стратегия 3 – рекламе по телевидению. Необходимо определить оптимальную стратегию, т.е. максимально возможное математическое ожидание дохода на несколько шагов вперёд.

Решение.

Пусть максимально возможное математическое ожидание дохода за n шагов:

$$M_0(1) = M_0(1) = 0.$$

Тогда рекуррентное соотношение

$$M_n(i) = \max \left\{ q_i^{(k)} + \sum_{j=1}^m P_{ij}^{(k)} V_{n-1}(j) : k \in \{1, \dots, K\} \right\}$$

позволяет найти оптимальную стратегию поведения $(k_1(1), k_2(1))$ в расчёте на один шаг:

$$M_1(1) = \max \begin{cases} 0,5 \cdot 9 + 0,5 \cdot 3 = 6 \\ 0,6 \cdot 8 + 0,4 \cdot 2 = 5,6 \\ 0,7 \cdot 6 + 0,3 \cdot 1 = 4,5 \end{cases},$$

$$M_1(2) = \max \begin{cases} 0,4 \cdot 3 + 0,6 \cdot (-7) = -3 \\ 0,5 \cdot 1 + 0,5 \cdot (-8) = -3,5 \\ 0,6 \cdot 0 + 0,4 \cdot (-10) = -4 \end{cases}.$$

Оптимальная стратегия поведения $(k_1(1), k_2(1)) = (1; 1)$ в расчёте на один шаг, при этом $M_1(1) = 6; M_1(2) = -3$. Теперь найдем оптимальную стратегию поведения $(k_1(2), k_2(2))$

$$M_2(1) = \max \begin{cases} 6 + 0,5 \cdot 6 + 0,5 \cdot (-3) = 7,5 \\ 5,6 + 0,6 \cdot 6 + 0,4 \cdot (-3) = 8 \\ 4,5 + 0,7 \cdot 6 + 0,3 \cdot (-3) = 7,8 \end{cases},$$

$$M_2(2) = \max \begin{cases} -3 + 0,4 \cdot 6 + 0,6 \cdot (-3) = -2,4 \\ -3,5 + 0,5 \cdot 6 + 0,5 \cdot (-3) = -2 \\ -4 + 0,6 \cdot 6 + 0,4 \cdot (-3) = -1,6 \end{cases}.$$

В расчёте на два шага оптимальная стратегия поведения $(k_1(2), k_2(2)) = (2; 3); M_2(1) = 8; M_2(2) = -1,6$. Найдем оптимальную стратегию поведения $(k_1(3), k_2(3))$ в расчёте на три шага:

$$M_3(1) = \max \begin{cases} 6 + 0,5 \cdot 8 + 0,5 \cdot (-1,6) = 9,2 \\ 5,6 + 0,6 \cdot 8 + 0,4 \cdot (-1,6) = 9,76 \\ 4,5 + 0,7 \cdot 8 + 0,3 \cdot (-1,6) = 9,62 \end{cases},$$

$$M_3(2) = \max \begin{cases} -3 + 0,4 \cdot 8 + 0,6 \cdot (-1,6) = -0,76 \\ -3,5 + 0,5 \cdot 8 + 0,5 \cdot (-1,6) = -0,3 \\ -4 + 0,6 \cdot 8 + 0,4 \cdot (-1,6) = -0,16 \end{cases}.$$

В расчёте на три шага оптимальная стратегия поведения $(k_1(3), k_2(3)) = (2; 3); M_3(1) = 9,76; M_3(2) = 0,16$.

В итоге можно предположить, что стратегия (2;3) останется оптимальной и на большее число шагов.

Список литературы

1. Славина С.С., Светличная В.Б. Решение задачи «о назначении» методом динамического программирования // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5 (2). – С. 200-200.
2. Булашкова М.Г., Ломакина А.Н., Чаузова Е.А., Зотова С.А. Роль математики в современном мире // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 45-45.

**ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ
НОРМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ**

Карпухин И.А., Вертелецкий Р.А.,
Агишева Д.К., Светличная В.Б.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, Россия, www.volpi.ru*

При обследовании 2000 тепличных хозяйств было отобрано 110 теплиц. Распределение их по объёму совокупных ежегодных продаж (ден. ед.) приведено в таблице:

Объём совокупных ежегодных продаж, ден. ед.	менее 500	500-1000	1000-1500
Число теплиц	8	20	52

Объём совокупных ежегодных продаж, ден. ед.	1500-2000	2000-2500	Всего
Число теплиц	18	12	110

Найти:

а) вероятность того, что средний объём продаж во всех тепличных хозяйствах отличается от среднего объёма продаж в выборке не более чем на 100 ден. ед. (по абсолютной величине);

б) границы, в которых с вероятностью 0,97 заключена доля теплиц, объём продаж которых не более 1000 ден. ед.;

в) каким должен быть объём выборки, чтобы те же границы для доли теплиц, объём продаж которых не более 1000 ден. ед., можно было гарантировать с вероятностью 0,999?

Решение. Предварительно находим числовые характеристики выборки:

$$\bar{x}_e = 1255; \sigma_e = \sqrt{D_e} = 528,701; s = \sqrt{\frac{n}{n-1}} \cdot \sigma_e = 531,121$$

а) Для вычисления искомой вероятности применим формулу

$$P \{ |\bar{x}_e - \bar{x}_e| \leq \varepsilon \} = 2\Phi(t),$$

где $\varepsilon = 100$, t – аргумент функции Лапласа, который в случае неизвестного σ_e и известного объёма генеральной совокупности N , определяется по формуле:

Имеем

$$t = \frac{\varepsilon}{\sqrt{\frac{s^2}{n} \cdot \left(1 - \frac{n}{N}\right)}} = \frac{100}{\sqrt{\frac{282089,241}{110} \cdot \left(1 - \frac{110}{2000}\right)}} = \frac{100}{49,2281} = 2,03.$$

Тогда

$$P\{|\bar{x}_2 - \bar{x}_6| \leq 100\} = 2\Phi(2,03) = 2 \cdot 0,4788 = 0,9576.$$

б) По данной таблице найдём долю теплиц с объёмом продаж не более 1000 ден. ед.:

$$p^* = \frac{m}{n} = \frac{8+25}{110} = \frac{33}{110} = 0,3.$$

Пусть $(p^* - \varepsilon, p^* + \varepsilon)$ – интервал, в который с вероятностью 0,97 попадает доля $p^* = 0,3$.

Значение ε определяется по формуле:

$$\varepsilon = t \sqrt{\frac{p^*(1-p^*)}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)}.$$

Т. к. $\gamma = 0,97 = P\{|p - p^*| < \varepsilon\} = 2\Phi(t)$, то

$$\Phi(t) = 0,97 / 2 = 0,485.$$

По таблице находим $t = 2,17$.

Тогда

$$\varepsilon = 2,17 \cdot \sqrt{\frac{33}{110} \left(1 - \frac{33}{110}\right) \cdot \frac{1}{110} \left(1 - \frac{110}{2000}\right)} = 2,17 \cdot 0,0425 = 0,0922.$$

Окончательно находим доверительные границы:

$$0,3 - 0,0922 < p < 0,3 + 0,0922;$$

$$0,2078 < p < 0,3922.$$

в) Объём выборки определяем по формуле:

$$n = \frac{p^*(1-p^*)}{\left(\frac{\varepsilon}{t}\right)^2 + \frac{p^*(1-p^*)}{N}},$$

где $\varepsilon = 0,095$ (см. п. б), т. к. по условию задачи границы те же).

Для доверительной вероятности $2\Phi(t) = 0,999$ находим по таблице значение аргумента $t = 3,3$.

Имеем

$$n = \frac{0,3 \cdot 0,7}{\left(\frac{0,0922}{3,3}\right)^2 + \frac{0,3 \cdot 0,7}{2000}} = 237,2615$$

Окончательно $n = 237$.

Список литературы

1. Агишева Д.К., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б. Математическая статистика: учебное пособие // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 2 – С. 122-123.

2. Булашкова М.Г., Ломакина А.Н., Чаузова Е.А., Зотова С.А. Роль математики в современном мире // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 45-45.

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЯХ. ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ ФУНКЦИИ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ В ЭКОНОМИКЕ

Соловьева А.А., Коробкина А.В., Зотова С.А.,
Агишева Д.К., Светличная В.Б.

Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: www.volpri.ru

Каждый студент в процессе обучения сталкивается с вопросом: "А понадобится ли мне математический анализ в экономических приложениях в жизни?" Ответ да. Ведь с помощью знаний в этой области можно рассчитать прибыль компании, найти количество единиц продукции, которые необходимо продать, найти точку рыночного равновесия, а также объём выпуска, при котором прибыль производителя будет максимальной.

Прибегая к математическому анализу в экономических приложениях, производитель может найти средние издержки на производство единицы продукции, среднее приращение издержек, а также предельные издержки. Приведём пример.

У нас есть следующая функция издержек производства: $Y = 50x - 0,05x^3$ (у.е.). Найти:

- 1) средние издержки на производство единицы продукции, если объём выпуска продукции $x_0 = 10$;
- 2) среднее приращение издержек, если объём выпуска продукции увеличится до $x = 15$;
- 3) предельные издержки.

Решение.

1) Найдём средние издержки:

$$y(x_0) / x_0 = (50x - 0,05x^3) / x = (50 - 0,05 \cdot x^2) \Big|_{x=10} = 50 - 0,05 \cdot 10^2 = 45 \text{ (у.е.)}$$

2) Найдём среднее приращение издержек:

$$y(10) = (50x - 0,05x^3) \Big|_{x=10} = 50 \cdot 10 - 0,05 \cdot 10^3 = 450;$$

$$y(15) = (50x - 0,05x^3) \Big|_{x=15} = 50 \cdot 15 - 0,05 \cdot 15^3 = 581,25;$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y(15) - y(10)}{15 - 10} = \frac{581,25 - 450}{15 - 10} = \frac{131,25}{5} = 26,25 \text{ (у.е.)}$$

3) Найдём предельные издержки:

$$y' = (50x - 0,05x^3)' = 50 - 0,15x^2 \Rightarrow$$

$$y'(10) = 35 \text{ (у.е.);}$$

$$y'(15) = 16,25 \text{ (у.е.)}$$

Сравнивая результаты, делаем вывод, что чем больше объём дополнительной продукции производится, тем меньше требуется дополнительных затрат.

Данная задача по теме математического анализа в экономических приложениях наиболее заинтересовала нас, поэтому мы представили Вашему вниманию алгоритм её решения.

Для решения подобных задач используются основные теории дифференциального исчисления для экономических объектов. Перечислим их.

Теорема №1. Оптимальный для производителя уровень выпуска товара определяется равенством предельных издержек и предельного дохода.

Теорема №2. Оптимальный для производителя уровень экономического производства определяется равенством средних и предельных издержек.

Теорема №3. (Закон доходности): С увеличением производства объёма дополнительной продукции, по-

лученной на каждую новую единицу ресурса, с некоторого момента уменьшается.

Теорема №4. (Закон полезности): С увеличением производства товара дополнительная полезность от каждой его новой единицы с некоторого момента уменьшается.

Список литературы

1. Лосева А.Ю., Агишева Д.К. Эластичность спроса // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 48-49.
2. Астапенко Е.Ю., Лисник А.Ф., Немцова Е.В., Агишева Д.К., Светличная В.Б. Функции издержек в экономике // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5 (2). – С. 189-189.
3. Булашкова М.Г., Ломакина А.Н., Чаузова Е.А., Зотова С.А. Роль математики в современном мире // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 45-45.

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

Королева А.В., Сабинина А.С., Зотова С.А.,
Светличная В.Б., Матвеева Т.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: www.volpi.ru*

Увеличение прибыли и минимизация издержек – основные проблемы для любой фирмы. Правильное и рациональное управление запасами поможет выбрать правильный размер одной партии товара для поставки таким образом, чтобы уменьшить годовые затраты и тем самым решить одну из проблем производства. В связи с этим, каждому экономисту важно знать, как правильно определить размер одной партии.

В этом случае не обойтись без математики. Три основные модели помогут правильно определить ситуацию и при правильных математических вычислениях достичь желаемого результата.

Чтобы не ошибиться в выборе ситуации существует три модели: «Основная модель» (партия поступает на склад мгновенно, когда запас становится равным нулю), «Модель производственных поставок» (запас пополняется, когда возникает дефицит, при помощи производственной линии) и «Модель поставок со скидкой» (если размер партии достаточно велик, то товар может поставляться по льготной цене).

Обозначим основные величины:

1. Цена единицы товара – с (у.е.);
2. Интенсивность спроса товара в год – d (ед.);
3. Организационные издержки за одну партию товара – s (у.е.);
4. Издержки на хранение единицы запаса товара в год – h (у.е.);
5. Размер одной партии товара – q (ед.).

Рассмотрим на конкретном примере, какие математические действия требуются для расчёта партии товара.

Интенсивность равномерного спроса составляет 2 тыс.ед. товара в год. Товар поставляется с конвейера, производительность которого составляет 6 тыс. ед. в год. Организационные издержки равны 15 у.е., издержки на хранение – 2 у.е., цена ед. товара – 3 у.е. Чему равен оптимальный размер партии?

Из условия нам известна производительность конвейера, что говорит нам о модели производственных поставок. Эта модель требует следующих вычислений:

По условию: d = 2000, c = 3, h = 2, s = 15, p = 6000. Найдём оптимальный размер партии:

$$C = cd + \frac{sd}{q} + \frac{(p-d)qh}{2p}$$

$$C(q) = 3 \cdot 2000 + \frac{15 \cdot 2000}{q} + \frac{(6000 - 2000) \cdot 2 \cdot 2}{2 \cdot 6000}$$

$$q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 6000 \cdot 15 \cdot 2000}{(6000 - 2000) \cdot 2}} = \sqrt{\frac{360000000}{8000}} =$$

$$= \sqrt{45000} = 212 \text{ – оптимальный размер партии}$$

Оптимальное число поставок за 1 год

$$n^* = d / q^* = 2000 / 212 = 9.$$

Продолжительность поставки

$$t^* = q^* / p = (212 / 6000) \times 365 = 13 \text{ дней.}$$

Продолжительность цикла изменения запаса

$$t^* = 365 / n^* = 365 / 9 = 41 \text{ дней.}$$

Прибегнув к несложным математическим вычислениям, мы смогли определить оптимальное количество размера партии и числа поставок.

Тем самым экономист, умеющий управлять запасами, сможет выбрать правильный вариант поставки и минимизировать годовые затраты фирмы.

Список литературы

1. Лосева А.Ю., Агишева Д.К. Эластичность спроса // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 48-49.
2. Булашкова М.Г., Ломакина А.Н., Чаузова Е.А., Зотова С.А. Роль математики в современном мире // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 45-45.
3. Стольников Ю.С., Поливанова А.Е., Шошина В.О., Агишева Д.К., Зотова С.А. Функции спроса и предложения в экономике // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5 (2). – С. 200-201.
4. Астапенко Е.Ю., Лисник А.Ф., Немцова Е.В., Агишева Д.К., Светличная В.Б. Функции издержек в экономике // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5 (2). – С. 189-189.

ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ О НОРМАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ВЫБОРКИ

Котин А.И., Агишева Д.К., Светличная В.Б.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: www.volpi.ru*

При обследовании 2000 тепличных хозяйств было отобрано 110 теплиц. Распределение их по объёму совокупных ежегодных продаж (ден. ед.) приведено в таблице:

Объём совокупных ежегодных продаж, ден. ед.	менее 500	500-1000	1000-1500
Число теплиц	8	20	52

Объём совокупных ежегодных продаж, ден. ед.	1500-2000	2000-2500	Всего
Число теплиц	18	12	110

Используя критерий χ^2 Пирсона, при уровне значимости $\alpha = 0,05$ проверить гипотезу о нормальном распределении случайной величины X – объёма совокупных ежегодных продаж.

По условию $N = 2000$, $n = 110$. Найдём середины интервалов.

\tilde{x}_i	250	750	1250	1750	2250	Всего
m_i	8	25	47	18	12	110

Найдём числовые характеристики выборки:

$$\bar{x}_e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 \tilde{x}_i m_i = \frac{1}{110} (250 \cdot 8 + 750 \cdot 25 +$$

$$+ 1250 \cdot 47 + 1750 \cdot 18 + 250 \cdot 12) = 1255,$$

$$D_e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 \tilde{x}_i^2 m_i - \bar{x}_e^2 = 279524,7934,$$

$$\sigma_e = \sqrt{D_e} = 528,701.$$

Исправленное выборочное среднее квадратическое отклонение:

$$s = \sqrt{\frac{n}{n-1}} \cdot \sigma_e = 531,121$$

Используя критерий согласия Пирсона, при уровне значимости $\alpha = 0,05$ проверим гипотезу H_0 : о нормальном распределении случайной величины X с параметрами $a = \bar{x}_e = 1255$ и $\sigma = s = 531,121$ при альтернативной гипотезе H_1 : случайная величина X не распределена по нормальному закону.

Вычислим вероятности p_i попадания случайной величины X в заданные интервалы с помощью функции Лапласа по формуле:

$$p_i = \Phi\left(\frac{x_i - a}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{x_{i-1} - a}{\sigma}\right).$$

$$p_1 = P\{-\infty < x \leq 500\} = \Phi(-1,42) - \Phi(-\infty) = -0,4222 + 0,5 = 0,0778;$$

$$p_2 = P\{500 \leq x < 1000\} = \Phi(-0,48) - \Phi(-1,42) = -0,1844 + 0,4222 = 0,2378;$$

$$p_3 = P\{1000 \leq x < 1500\} = \Phi(0,46) - \Phi(-0,48) = 0,1772 + 0,1844 = 0,3616;$$

$$p_4 = P\{1500 \leq x < 2000\} = \Phi(1,40) - \Phi(0,46) = 0,4192 - 0,1772 = 0,2420;$$

$$p_5 = P\{x \geq 2000\} = \Phi(+\infty) - \Phi(1,40) = 0,5 - 0,4192 = 0,0808.$$

Для проведения расчётов заполним вспомогательную таблицу:

i	интервал $(x_{i-1}; x_i]$	частота m_i	теоретическая частота $m'_i = np_i$	$\frac{(m_i - m'_i)^2}{m'_i}$
1	менее 500	8	7,78	0,0364
2	500-1000	25	23,78	0,0513
3	1000-1500	47	36,16	1,3120
4	1500-2000	18	24,20	2,7913
5	2000-2500	12	8,08	1,0896
Σ	-	110	110	5,2806

Наблюдаемое значение критерия согласия Пирсона

$$\chi^2_{набл} = \sum_{i=1}^5 \frac{(m_i - m'_i)^2}{m'_i} = 5,2806.$$

По таблице приложения 3 по заданному уровню значимости $\alpha = 0,05$ и числу степеней свободы $l = 5 - 3 = 2$ найдём критическое значение

$$\chi^2_{кр}(\alpha; l) = \chi^2_{кр}(0,05; 2) = 5,99.$$

Т. к. $\chi^2_{набл} < \chi^2_{кр}$, то нулевая гипотеза о нормальном распределении принимается как не противоречащая опытным данным.

Список литературы

1. Агишева Д.К., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б. Математическая статистика: учебное пособие // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 2 – С. 122-123.
2. Булашкова М.Г., Ломакина А.Н., Чаузова Е.А., Зотова С.А. Роль математики в современном мире // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 45-45.

РАЗЛОЖЕНИЕ ФУНКЦИИ e^x В РЯД ТЕЙЛОРА

Ефремкин С.И., Мазырина А.М., Светличная В.Б., Агишева Д.К., Матвеева Т.А.

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: www.volpri.ru

Рассмотрим разложение функции $y = e^x$ в ряд Тейлора. Из теории математического анализа известно разложение

$$e^x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!}.$$

Данное разложение справедливо на промежутке $(-\infty; \infty)$ при неограниченном числе слагаемых. Но для практического использования бесконечное количество членов ряда использовать нецелесообразно.

Исследуем достаточное количество членов разложения заданной функции на промежутке $[-2; 2]$. Для этого используем программу MathCad. Определим заданную функцию $y(x)$ и ряд Тейлора $S(x, N)$, где N – достаточное количество членов разложения. Вычислим значения функции и ряда для значений $x \in [-2; 2]$ с шагом 0,5.

$$y(x) := e^x \quad S(x, N) := \sum_{n=0}^N \frac{x^n}{n!} \quad X := -2, -1.5 \dots 2$$

$y(x) =$	$S(X, 1) =$	$S(X, 2) =$	$S(X, 3) =$	$S(X, 4) =$
0.135	-1	1	-0.333	0.333
0.223	-0.5	0.625	0.063	0.273
0.368	0	0.5	0.333	0.375
0.607	0.5	0.625	0.604	0.607
1	1	1	1	1
1.649	1.5	1.625	1.646	1.648
2.718	2	2.5	2.667	2.708
4.482	2.5	3.625	4.188	4.398
7.389	3	5	6.333	7

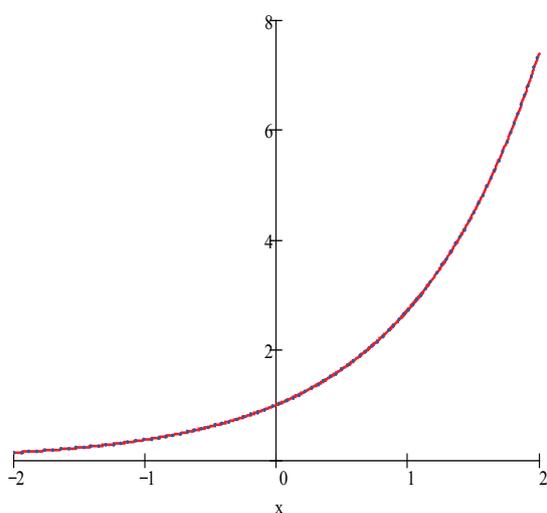
$S(X, 5) =$	$S(X, 6) =$	$S(X, 7) =$	$S(X, 8) =$	$S(X, 9) =$
0.067	0.156	0.13	0.137	0.135
0.21	0.226	0.223	0.223	0.223
0.367	0.368	0.368	0.368	0.368
0.607	0.607	0.607	0.607	0.607
1	1	1	1	1
1.649	1.649	1.649	1.649	1.649
2.717	2.718	2.718	2.718	2.718
4.462	4.478	4.481	4.482	4.482
7.267	7.356	7.381	7.387	7.389

Как видно из вычислений при девяти слагаемых значения с точностью до третьего знака после запятой совпадают.

Найдём абсолютную ошибку:

$ y(x) - G(x, 9) $
$281 \cdot 10^{-4}$
$666 \cdot 10^{-5}$
$459 \cdot 10^{-7}$
$73 \cdot 10^{-10}$
0
$77 \cdot 10^{-10}$
$886 \cdot 10^{-7}$
$637 \cdot 10^{-5}$
$577 \cdot 10^{-4}$

Построим на одном чертеже графики $y(x)$ и $S(x, 9)$.



Вывод: в данном случае предпочтительнее использовать ряд Тейлора с девятью слагаемыми.

Список литературы

1. Матвеева Т.А., Афонсенков О.В., Агишева Д.К. Функциональные ряды, ряды и интеграл Фурье // Международный журнал экспериментального образования. – 2010. – № 12. – С. 76-77.
2. Чеботков П.Е., Светличная В.Б. Представление функции различными рядами Фурье // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 55-56.

ПОСТРОЕНИЕ КУСОЧНО-КВАДРАТИЧНОЙ СПЛАЙН-ИНТЕРПОЛЯЦИИ

Матрохин С.А., Сергиенко В.В.,
Агишева Д. К., Матвеева Т. А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, Россия, www.volpi.ru*

Сплайны [1] имеют многочисленные применения, как в математической теории, так и в разнообразных вычислительных приложениях.

В частности, сплайны двух переменных интенсивно используются для задания поверхностей в различных системах компьютерного моделирования.

Сплайны двух аргументов называют бисплайнами (например, бикубический сплайн), кото-

рые являются двумерными сплайнами, моделирующими поверхности. Их часто путают с B-сплайнами (базисными сплайнами), которые являются одномерными и в линейной комбинации составляют кривые – каркас для «натягивания» поверхностей.

Также из базисных сплайнов возможно составить трёхмерную конструкцию для моделирования объёмных тел.

Рассмотрим алгоритм кусочно-квадратичной интерполяции.

Пусть в результате некоторого опыта получены экспериментальные данные, которые можно представить в виде таблицы (табл. 1).

Таблица 1

x	x_0	x_1	...	x_{i-1}	x_i	x_{i+1}	...	x_{n-2}	x_{n-1}
y	y_0	y_1	...	y_{i-1}	y_i	y_{i+1}	...	y_{n-2}	y_{n-1}

Точки x_0, x_1, \dots, x_{n-1} называются узлами интерполяции. Все точки принадлежат отрезку $[a; b]$, где $a = x_0, b = x_{n-1}$.

Для удобства будем полагать, что узлы – равноотстоящие с шагом $h = \frac{b-a}{n}$, тогда

$$x_i = x_0 + i \cdot h, 1 \leq i \leq n-1.$$

Сплайном (англ. spline) называли гибкую металлическую линейку – универсальное лекало, которое использовали чертёжники для соединения точек на чертеже плавной кривой, то есть для графического исполнения интерполяции.

В вычислительной математике сплайном называется функция, которая вместе с производными непрерывна на всём заданном отрезке $[a; b]$, но при этом на каждом частичном отрезке $[x_{i-1}; x_i]$ в отдельности представляется в виде некоторого алгебраического многочлена.

Максимальная по всем частичным отрезкам степень многочленов называется степенью сплайна, а разность между степенью сплайна и порядком наименьшей непрерывной на $[a, b]$ производной – дефектом сплайна.

Алгоритм кусочно-квадратичной интерполяции относительно прост и включает в себя два этапа:

- 1) нужно найти три узла, ближайших к узлу интерполяции;
- 2) вычислить значение интерполяционного многочлена второй степени.

Первый этап реализуется в зависимости от регулярного или нерегулярного расположения узлов интерполяции.

Не умаляя общности, можно предположить, что узлы интерполяции расположены произвольно. Тогда, поиск ближайших точек можно осуществить в виде цикла, в котором очередной узел интерполяции последовательно сравнивается с правыми границами отрезков интерполяции.

В том случае, когда выполняется условие $x \leq x_k$, то для интерполяции выбираются $(k-1)$ -й, k -й и $(k+1)$ -й узлы.

Иначе k увеличивается на единицу.

Код программной реализации кусочно-квадратичной интерполяции сплайнами:

```

pinterp (vx, vy, x) :=
  n ← last(vx)
  k ← 1
  while (x > vxk) ∧ (k < n - 1)
    k ← k + 1
  A0 ← vyk-1
  A1 ←  $\frac{(vy_k - vy_{k-1})}{(vx_k - vx_{k-1})}$ 
  A2 ←  $\frac{vy_{k+1} \cdot (vx_k - vx_{k-1}) + vy_{k-1} \cdot (vx_{k+1} - vx_k) - vy_k \cdot (vx_{k+1} - vx_{k-1})}{(vx_{k+1} - vx_{k-1}) \cdot (vx_{k+1} - vx_k) \cdot (vx_k - vx_{k-1})}$ 
  y ← A0 + A1 · (x - vxk-1) + A2 · (x - vxk-1) · (x - vxk)
  y

```

Список литературы

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B9%D0%BD>
2. Алешин И.Ю., Сычева А.В., Агишева Д.К., Матвеева Т.А. Интерполяция неизвестных функций кубическими сплайнами // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5 (2). – С. 188-189.

ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗ ДЛЯ ОДНОЙ ВЫБОРКИ

Казарина Н.А., Петухова Я.А., Зотова С.А., Агишева Д.К.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: www.volpi.ru*

Многие задаются вопросом: что такое статистическая гипотеза и зачем её нужно проверять? Статистическая гипотеза – это любое предположение о генеральной совокупности, проверяемое по выборке. Выдвигается основная (нулевая) гипотеза H_0 и проверяется, не противоречит ли она имеющимся эмпирическим данным. Конкурирующей (альтернативной) называют гипотезу H_1 , которая противоречит нулевой, и которую принимают, если отвергнута основная гипотеза. В результате статистической проверки гипотезы могут быть допущены ошибки двух родов. Ошибка первого рода состоит в том, что будет отвергнута правильная гипотеза; вероятность совершить такую ошибку обозначают α и называют её уровнем значимости. Ошибка второго рода состоит в том, что будет принята неправильная гипотеза, вероятность которой обозначают β , а мощностью критерия является вероятность $1 - \beta$.

Проверка статистических гипотез тесно связана с теорией оценивания параметров. В экономике для выяснения того или иного случайного факта часто гипотезам, которые можно проверить статистически, т. е. опираясь на результаты наблюдений в случайной выборке. Рассмотрим на примере.

Нужно проверить нулевую гипотезу о том, что значение $a_0 = 40$ является математическим ожиданием нормально распределенной случайной величины при пятипроцентном уровне значимости α для двусторонней и односторонней критических областей, если в результате обработки выборки объема $n = 10$ получено выборочное среднее $\bar{x}_n = 38$, а несмещенное среднее квадратичное отклонение $s = 3,6$.

Т. к. σ^2 неизвестно, то статистика критерия вычисляется по формуле

$$T = \frac{\bar{x} - a_0}{s} \sqrt{n}.$$

1) Для двусторонней критической области имеем:
 $H_0: a = 40, H_1: a \neq 40, t_{кр} = 2,26$ (по таблице критических точек распределения Стьюдента $t_{кр} = t_{\alpha, n-1} = t_{0,05; 9}$).

$$T_{набл} = \frac{38 - 40}{3,6} \cdot \sqrt{10} \approx -1,76.$$

Т.к. $|T_{набл}| < t_{кр}$, то принимаем основную гипотезу H_0 .

2) Для левосторонней критической области:

$H_0: a = 40, H_1: a < 40, t_{кр} = 1,83$.

Т.к. $T_{набл} > -t_{кр}$, то принимаем основную гипотезу гипотезу H_0 .

3) Для правосторонней критической области:

$H_0: a = 40, H_1: a > 40, t_{кр} = 1,83$.

Т.к. $T_{набл} < t_{кр}$, то принимаем основную гипотезу гипотезу H_0 .

Можно сказать, что проверка статистических гипотез – необходимая методика, используемая для получения данных в математической статистике. Задача проверки статистических гипотез возникает в разных сферах человеческой деятельности, в том числе и в экономике. Она позволяет с единой точки зрения трактовать выдвигаемые практикой различные задачи математической статистики (оценка различия между средними значениями, проверка гипотезы постоянства дисперсии, проверка гипотезы независимости, проверка гипотез о распределениях и т. п.).

Список литературы

1. Агишева Д.К., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б. Математическая статистика: учебное пособие // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 2. – С. 122-123.
2. Булашкова М.Г., Ломакина А.Н., Чаузова Е.А., Зотова С.А. Роль математики в современном мире // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 45-45.
3. Макаруч Д.А., Шувалова Ю.И., Агишева Д.К., Зотова С.А., Светличная В.Б. Графическая обработка выборочной совокупности // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5 (2). – С. 194-195.

ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗ ДЛЯ ДВУХ НЕЗАВИСИМЫХ ВЫБОРОК ПРИ НЕИЗВЕСТНЫХ ДИСПЕРСИЯХ

Сергеев Н. Е., Протопопов Н. А., Агишева Д. К.,
Светличная В. Б.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: www.volpi.ru*

Гипотеза о равенстве средних при неизвестных дисперсиях требует вначале проверки гипотезы о равенстве дисперсий двух выборок.

Рассмотрим задачу.

Реклама утверждает, что из двух типов пластиковых карт «Русфонд» и «Супер-экспресс» обеспеченные люди предпочитают первый. С целью проверки этого утверждения были обследованы среднемесячные платежи $n_1 = 16$ обладателей «Русфонда» и $n_2 = 11$ обладателей «Супер-экспресса». При этом выяснилось, что платежи по картам «Русский экспресс» составляют в среднем 563 долл. с исправленным средним квадратическим отклонением 178 долл., а по картам «Супер-экспресс» – в среднем 485 долл. с исправленным средним квадратическим отклонением 196 долл.

Предварительный анализ законов распределения месячных расходов, как среди обладателей карт «Русфонда», так и среди обладателей карт «Супер-экспресса» показал, что они достаточно хорошо описываются нормальным приближением.

Проверить утверждение рекламы на уровне значимости 10 %.

В этом случае следует проверить гипотезу о средних при неизвестных дисперсиях (объёмы выборки малы). Поэтому, прежде всего, необходимо проверить гипотезу о равенстве дисперсий. Имеем:

$$F = \frac{s_{\max}^2}{s_{\min}^2} = \frac{196^2}{178^2} = \frac{38416}{31684} = 1,21.$$

Из таблицы критических значений Фишера-Снедекора по уровню значимости $\alpha/2 = 0,05$ и числам степеней свободы $k_1 = n_{\max} - 1 = 10$ и $k_2 = n_{\min} - 1 = 15$ (n_{\max} и n_{\min} соответствуют s_{\max}^2 и s_{\min}^2) находим критическую точку $F_{\text{кр}} = 2,55$. Поскольку $1,21 < 2,55$, принимаем гипотезу о равенстве дисперсий двух выборок.

Теперь можно воспользоваться критерием Стьюдента для проверки гипотезы о равенстве средних. Имеем

$$s = \sqrt{\frac{s_x^2 \cdot (n_1 - 1) + s_y^2 \cdot (n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{38416 \cdot 10 + 31684 \cdot 15}{11 + 16 - 2}} = 185,4.$$

Вычисление статистики критерия даёт значение

$$T = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{s \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} = \frac{563 - 485}{185,4 \cdot \sqrt{\frac{1}{11} + \frac{1}{16}}} = 1,07.$$

По таблице критических точек распределения Стьюдента для односторонней области по уровню значимости $\alpha = 0,1$ и числу степеней свободы $16 + 11 - 2 = 25$ находим $t_{\text{кр}} = 1,32$.

Поскольку $T < t_{\text{кр}}$, то принимается основная гипотеза о равенстве средних. Таким образом, утверждение рекламы не подтверждается имеющимися данными. Значит нельзя утверждать, что обеспеченные люди предпочитают только первый вид пластиковых карт.

Список литературы

1. Агишева Д.К., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б. Математическая статистика: учебное пособие // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 2. – С. 122-123.
2. Булашкова М.Г., Ломакина А.Н., Чаузова Е.А., Зотова С.А. Роль математики в современном мире // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 45-45.

ОШИБКИ ПРИНЯТИЯ ГИПОТЕЗЫ В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКЕ

Хрушев Д.Г., Силантьев А.В., Агишева Д.К., Зотова С.А.

Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета,
Волжский, e-mail: www.volpi.ru

Имея две гипотезы H_0 и H_1 , необходимо на основе выборочных данных либо принять основную гипотезу H_0 , либо конкурирующую H_1 .

Правило, по которому принимается решение принять или отклонить гипотезу H_0 (или H_1), называется статистическим критерием (или просто критерием) проверки гипотезы H_0 .

Статистикой (или тестом) критерия называют случайную величину τ , которая служит для проверки статистических гипотез.

Для каждого критерия имеются соответствующие таблицы, по которым и находят критическое значение, удовлетворяющее приведённым выше соотношениям.

Принцип принятия статистической гипотезы не даёт логического доказательства её верности или неверности. Принятие гипотезы H_0 в сравнении с альтернативной H_1 не означает, что мы уверены в абсолютной правильности H_0 или что высказанное в гипотезе H_0 утверждение является наилучшим, единственно подходящим; просто гипотеза H_0 не противоречит имеющимся у нас выборочным данным, таким же свойством наряду с H_0 могут обладать и другие гипотезы. Более того, возможно, что при увеличении объёма выборки n или при испытании H_0 против другой альтернативной гипотезы H_2 гипотеза H_0 будет отвергнута.

Таким образом, принятие гипотезы H_0 следует расценивать не как раз и навсегда установленный, абсолютно верный содержащийся в ней факт, а лишь как достаточно правдоподобное, не противоречащее опыту утверждение.

Из представленной схемы следует, что при проверке гипотезы H_0 может быть принято неправильное решение, т.е. могут быть допущены ошибки двух видов:

ошибка I рода	ошибка II рода
Отвергается основная (нулевая) гипотеза, хотя она верна.	Отвергается конкурирующая гипотеза, хотя она верна.
Вероятность ошибки $P(H_1 H_0) = \alpha$, α – уровень значимости критерия (обычно $\alpha = 0,05; 0,01; 0,005; 0,001$).	Вероятность ошибки $P(H_0 H_1) = \beta$ (величина β , как правило, заранее неизвестна)
Вероятность принять верную (нулевую) гипотезу $P(H_0 H_0) = 1 - \alpha$.	Вероятность принять верную (конкурирующую) гипотезу $P(H_1 H_1) = 1 - \beta$, $(1 - \beta)$ – мощность критерия .

Последствия ошибок 1-го и 2-го рода могут быть абсолютно различными: в одних случаях надо минимизировать α , а в другом – β . Так, применительно к радиолокации говорят, что α – вероятность пропустить сигнал, β – вероятность ложной тревоги; применительно к производству, к торговле можно сказать, что α – риск поставщика (т.е. забраковка по всей партии изделий, удовлетворяющих стандарту), β – риск потребителя (т.е. приём по выборке всей партии изделий, не удовлетворяющих стандарту); применительно к судебной системе, ошибка 1-го рода приводит к оправданию виновного, ошибка 2-го – осуждение невиновного.

Следует отметить, что одновременное уменьшение ошибок 1-го и 2-го рода возможно лишь при увеличении объёма выборки. Поэтому обычно при заданном уровне значимости α отыскивается критерий с наибольшей мощностью.

Список литературы

1. Агишева Д.К., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б. Математическая статистика: учебное пособие // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 2. – С. 122-123.
2. Булашкова М.Г., Ломакина А.Н., Чаузова Е.А., Зотова С.А. Роль математики в современном мире // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 45-45.

АППАРАТ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЭКОНОМИКЕ

Чикризова Е.В., Черская М.Э., Зотова С.А.,
Агишева Д.К., Светличная В.Б.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: www.volpi.ru*

На сегодняшний день одним из важнейших навыков для любого специалиста является умение решать дифференциальные уравнения. Необходимость в решении дифференциальных уравнений возникает во многих прикладных задачах. В своей статье мы рассмотрим применение теории дифференциальных уравнений в непрерывных моделях экономики. Такие модели достаточно эффективны при исследовании эволюции экономических систем на длительных интервалах времени; они являются предметом исследования экономической динамики.

При решении дифференциальных уравнений первого порядка можно пользоваться моделями: модель естественного роста выпуска; динамическая модель Кейнса; неоклассическая модель роста.

Рассмотрим более подробно динамическую модель Кейнса.

Пусть $Y(t)$, $E(t)$, $S(t)$, $I(t)$ – соответственно национальный доход, государственные расходы, потребление, инвестиции. Все эти величины рассматриваются как функции времени t . Тогда справедливы следующие соотношения:

$$\begin{cases} Y(t) = S(t) + I(t) + E(t), \\ S(t) = a(t)Y(t) + b(t), \\ I(t) = k(t)Y'(t), \end{cases} \quad (1)$$

где $a(t)$ – коэффициент склонности к потреблению; $b(t)$ – автономное потребление; $k(t)$ – норма акселерации.

Сумма всех расходов должна быть равной национальному доходу – этот баланс отражен в первом уравнении системы (1). Общее потребление состоит из внутреннего потребления некоторой части национального дохода в народном хозяйстве плюс конечное потребление – эти составляющие показаны во втором уравнении системы (1). Размер инвестиций не может быть произвольным: он определяется произведением нормы акселерации, величина которой характеризуется уровнем технологии и инфраструктуры данного государства, на предельный национальный доход.

Требуется найти динамику национального дохода или Y как функцию времени t .

Подставим выражения для $S(t)$ из второго уравнения и $I(t)$ из третьего уравнения в первое уравнение. После приведения подобных, получаем линейное неоднородное дифференциальное уравнение первого порядка для функции $Y(t)$:

$$Y' = \frac{1-a(t)}{k(t)} Y - \frac{b(t)+E(t)}{k(t)}. \quad (2)$$

Примем основные параметры задачи a , b , k за постоянные числа. Тогда уравнение (2) упрощается до случая линейного дифференциального уравнения первого порядка с постоянными коэффициентами:

$$Y' = \frac{1-a}{k} Y - \frac{b+E}{k}. \quad (3)$$

В качестве частного решения уравнения (3) возьмём равновесное решение,

$$\text{когда } Y'=0, \text{ т.е. } Y_p = \frac{b+E}{1-a}.$$

Общее решение однородного уравнения дается формулой

$$\tilde{y} = C \exp\left(\frac{1-a}{k} t\right),$$

так что общее решение уравнения (3) имеет вид:

$$Y(t) = \frac{b+E}{1-a} + C e^{\frac{1-a}{k} t}.$$

Список литературы

1. Светличная В.Б., Мальцев А.В., Рубцов А.А. Поиск общего решения линейного неоднородного дифференциального уравнения по известным частным решениям // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5 (2). – С. 199-200.
2. Светличная В.Б., Матюнина Е.В. Разные способы решения линейного дифференциального уравнения // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5 (2). – С. 195-196.
3. Стольникова Ю.С., Поливанова А.Е., Шошина В.О., Агишева Д.К., Зотова С.А. Функции спроса и предложения в экономике // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5 (2). – С. 200-201.
4. Любимова О.В., Самодьянова А.С., Матвеева Т.А. Решение дифференциальных уравнений с импульсной правой частью // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 49-49.

ЭЛАСТИЧНОСТЬ ФУНКЦИИ И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ В ЭКОНОМИКЕ

Яшина Ю.Е., Карнавская Н.В., Чехута В.А.,
Зотова С.А., Матвеева Т.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: www.volpi.ru*

Данная статья посвящена практической части математического анализа, в ней мы рассмотрим эластичность функции и её применение в экономике.

Для исследования экономических процессов часто используется понятие эластичности функции, тесно связанное с дифференцированием.

Эластичностью функции $E_x(y)$ называется предел отношения относительного приращения функции y к относительному приращению переменной x при $\Delta x \rightarrow 0$:

$$\begin{aligned} E_x(y) &= \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta x}{x} \cdot \frac{\Delta y}{y} \right) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta x}{\Delta x} \cdot \frac{\Delta y}{y} \right) = \\ &= \frac{x}{y} \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta y}{\Delta x} \right) = \frac{y'}{y/x} = \frac{f'(x)}{f(x)/x} = \frac{Mf}{Af}, \end{aligned}$$

где $Mf = f'(x)$ – предельная величина, равная производной от суммарной величины по независимой переменной;

$Af = f(x)/x$ – средняя величина, равная отношению суммарной величины к независимой переменной.

Эластичность может быть использована, например, при анализе спроса и предложения по цене, себестоимости продукции по выпуску и т. д.

Выручка продавца (расходы покупателя) товара тесно связаны с эластичностью спроса на него. Выручка продавца рассчитывается по формуле $R = pq$, где q – количество проданного товара, p – цена единицы товара. Эластичность выручки по цене определяется соотношением

$$E_p(R) = E_p(pq) = \frac{(pq)'_p \cdot p}{pq} = \frac{qp'_p + pq'_p}{q} = 1 + E_p(q) = 1 - |E_p(q)|$$

Здесь $E(q) = -|E_p(q)|$, так как производная спроса по цене всегда отрицательна, т.е. $q'_p < 0$. Из полученной формулы следует, что эластичность выручки по цене положительна для товаров, спрос на которые неэластичен ($|E_p(q)| < 1$). В этом случае выручка по цене будет положительной при незначительном изменении цены на такой товар, т.е.

$$E_p(R) = R'_p \frac{p}{R} > 0.$$

Отсюда находим $R'_p > 0$, так как $p > 0$ и $R > 0$ по условию задачи. Значит, функция $R(p)$ будет возрастающей. Поэтому при увеличении цены на рассматриваемый товар продавец получит большую выручку, а при уменьшении – меньшую.

Аналогично находим, что для товаров, спрос на которые эластичен ($|E_p(q)| > 1$), производная от выручки по цене отрицательна, т.е. $R'_p < 0$. Отсюда следует, что при уменьшении цены на товар продавец получит большую выручку, а при увеличении – меньшую. Увеличение выручки при уменьшении цены на товар при эластичном спросе связано с тем, что за счет увеличения спроса количество проданного товара увеличится так, что произведение цены на количество проданного товара (pq) увеличится.

Список литературы

1. Лосева А.Ю., Агишева Д.К. Эластичность спроса // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 48-49.
2. Булашкова М.Г., Ломакина А.Н., Чаузова Е.А., Зотова С.А. Роль математики в современном мире // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 45-45.
3. Стольникова Ю.С., Поливанова А.Е., Шошина В.О., Агишева Д.К., Зотова С.А. Функции спроса и предложения в экономике // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5 (2). – С. 200-201.
4. Астапенко Е.Ю., Лисник А.Ф., Немцова Е.В., Агишева Д.К., Светличная В.Б. Функции издержек в экономике // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5 (2). – С. 189-189.

ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ. ГРАФИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ И АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ НАЙДЕННОГО ОПТИМУМА

Карнавская Н.В., Яшина Ю.Е., Чехута В.А., Зотова С.А., Матвеева Т.А.

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: www.volpi.ru

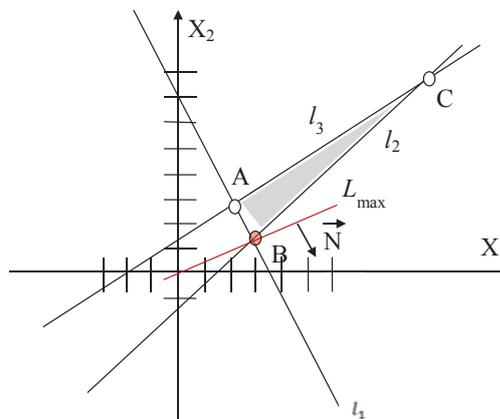
Каждый студент задаётся вопросом: "Для чего нужно линейное программирование?" Рассмотрим значимость линейного программирования с точки зрения производства и предпринимательства.

Используя методы графического решения линейного программирования, производитель может найти оптимальный производственный план, при котором будет достигаться максимум прибыли при минимуме издержек, а также проследить за тем, как будет изменяться прибыль при изменении величины ресурсов. Приведем следующий пример.

Дана функция: $L(X) = X_1 - 2 * X_2 \rightarrow \max$, с ограничениями:

$$\begin{cases} 5 * X_1 + 3 * X_2 \geq 30 \\ X_1 - X_2 \leq 3 \\ -3 * X_1 + 5 * X_2 \leq 15 \end{cases}$$

Проанализируем функцию на устойчивость. График нашей функции будет выглядеть следующим образом:



Интересующая нас область является фигурой ABC. После изменения коэффициентов целевой функции и анализа изменений констант в правой части неравенств ограничений мы получим стоимость ресурсов, которая выгидит следующим образом:

Стоимость ресурсов		
Дефицитные ресурсы	Недефицитные ресурсы	
b_1	b_2	b_3
Интервал устойчивости		
$[0; 111]$	$[-30/17; 6]$	$[-5,25; 50]$
Оптимальное значение целевой функции		
$L_{max} \in [-9; 0]$	$L_{max} \in [-\frac{225}{34}; 6]$	$L_{max} \in [-20; 1,125]$
Мера устойчивости (условная стоимость)		
$y_1 = 9/111$	$y_2 = 143/88$	$y_3 = 0$

В итоге, мы получаем максимальное значение $L_{max} = 1,125$, достигающееся при величинах $X_1 = 39/8$ и $X_2 = 15/8$. Интервалы устойчивости активных запасов:

$$b_1 \in [0; 111]; L_{max} \in [-9; 0],$$

$$b_2 \in [-30/17; 6]; L_{max} \in [-\frac{225}{34}; 6].$$

Для пассивных запасов:

$$b_3 \in [-5,25; 50]; L_{max} \in [-20; 1,125].$$

Стоимость ресурсов:

$$y_1 = 9/111; y_2 = 143/88; y_3 = 0.$$

С учётом проведения анализа устойчивости, производитель будет производить продукцию на основании полученного плана, что, несомненно, будет положительно сказываться на его ведении дел.

Список литературы

1. Агишева Д.К., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б. Линейное программирование: учебное пособие // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 9. – С. 61-62.
2. Мягков М.М., Гафуров Т.Д., Агишева Д.К. Анализ использования ресурсов в оптимальном плане // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 51-51.
3. Горюжий А.В., Агишева Д.К., Зотова С.А., Матвеева Т.А. Линейное программирование. Проведение анализа устойчивости найденных оптимальных оценок // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5 (2). – С. 189-190.

**Секция «Математическое и программное обеспечение
информационно-исследовательских систем и ресурсов»**

научный руководитель – Воронова Лилия Ивановна, доктор физ.-мат. наук, профессор

**РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ПОДБОРА
СОПУТСТВУЮЩИХ ТОВАРОВ ПРИ ПОКУПКЕ
В ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНЕ**

Зверев П.Д., Шукенбаев А.Б., Шукенбаева Н.Ш.

*Московский институт государственного
и корпоративного управления,*

*Российский государственный гуманитарный университет,
Москва, e-mail: shukenbaev@mail.ru*

Популярность интернет-магазинов неуклонно растет. Основная их задача – обеспечить высокий процент покупок. Для этого часто используют рекомендательные системы. Система рекомендаций сравнивает профиль пользователя с какой-то справочной информацией и старается предсказать «рейтинг», который пользователь даст объекту, над которым он еще даже не думал. Работа рекомендательных систем видна в онлайн магазинах Amazon, Last.fm, Pandora, Google Play и др. Основная задача системы – предложить товары на базе купленных или просмотренных, т.е. рекомендательная система должна предлагать некоторый упорядоченный список товаров, основываясь на предыстории и предпочтениях покупателя.

Целью работы является разработка подсистемы подбора сопутствующих товаров при покупке в интернет-магазине (www.miko.digitalfashion.ru). Основная задача подсистемы – предложить новые товары на базе купленных-просмотренных. Такая подсистема позволит увеличить ассортимент и продажу товаров и в конечном итоге прибыль в магазине. Для выполнения поставленной цели необходимо было выбрать подходящий метод и разработать приложения. В результате проведенного анализа и сравнения (рассмотрены методы байесовских сетей, гибридные модели, латентные модели и др.) был выбран метод кластерного анализа, на основе которого разрабатывалась подсистема. Для языка Python и в частности для Django используется приложение Django-recommends, которое основывается на коллаборативной фильтрации по рейтингу и использует алгоритм метода рас-

чета сходства и рекомендаций. Метод в качестве входных данных использует список голосов для объекта и возвращает словарь сходств для каждого объекта. Система рекомендаций тесно взаимодействует со структурой построения приложения. Невозможно реализовать систему и правильно настроить ее без создания базовой функциональности магазина.

Для решения поставленных задач были выбраны: операционная система Mac OS X 10.10; СУБД MySQL; язык программирования Python со свободным фреймворком для веб-приложений Django; кроссплатформенный веб-сервер Apache с использованием модуля mod_wsgi. Дополнительным языком программирования выбран JavaScript, а для взаимодействия JavaScript и HTML использовалась библиотека jQuery.

На рис. 1 представлена ER-модель разрабатываемой подсистемы.

В ходе проектирования и реализации были созданы приложения, состоящие из нескольких файлов, отличающихся своей функциональностью: Например:

- models.py – предназначен для отображения информации о данных.
- admin.py – использует мета-данные модели для представления интерфейса для работы с содержимым сайта.
- test.py. Django предоставляет возможность тестировать код, используя пакет тестов.
- templatetags. Django содержит встроенные теги и фильтры, но в некоторых приложениях может собственный функционал.
- views.py. Представление – это функция Python, которая принимает web-запрос и возвращает web-ответ (HTML содержимое, массив данных или XML файл).
- widgets.py. Виджеты – это представление поля в виде HTML кода, который обеспечивает извлечение данных из POST/GET запросов для расширения базового функционала типа данных как в административной панели, так и на сайте.
- пользовательский файл или класс – для нестандартных задач

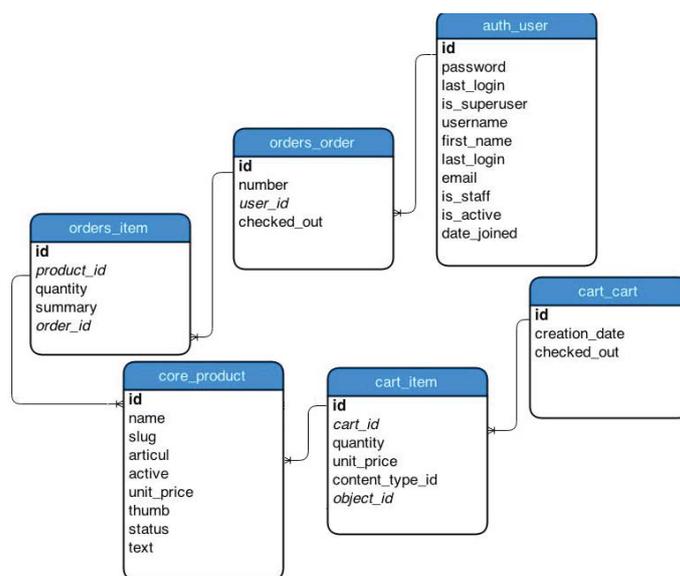


Рис. 1. ER-Модель интерактивной подсистемы подбора сопутствующих товаров

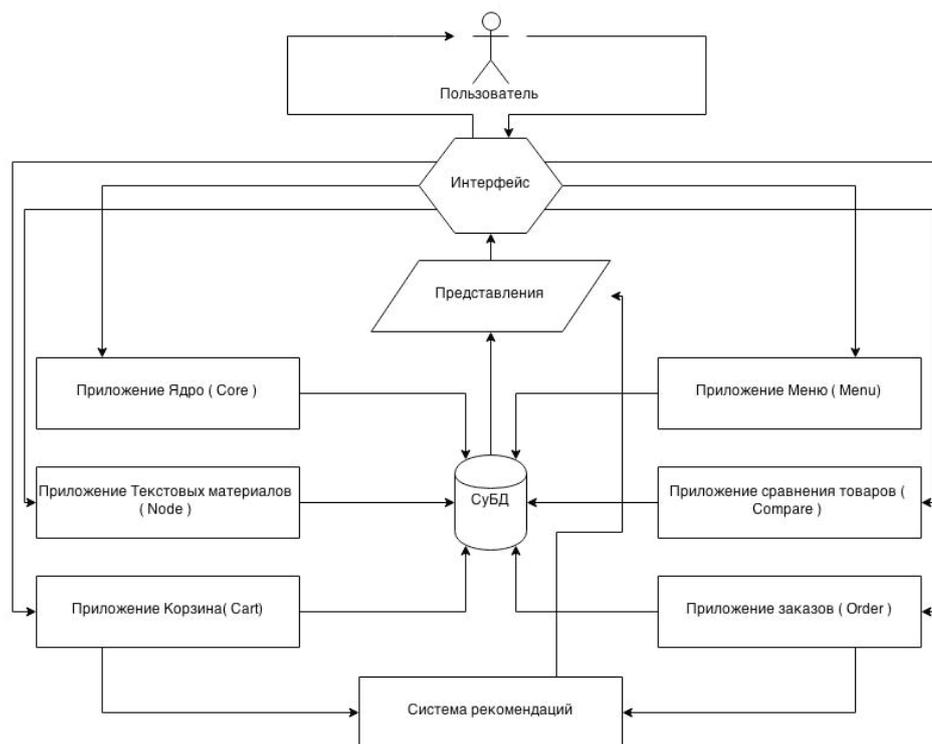


Рис. 2. Взаимодействие модулей

На рис. 2 показана схема взаимодействия модулей:

1. Menu – отвечает за отображение, редактирование, добавление любого типа меню. Состав приложения: models.py с классами типа меню и элемента меню; templatetags с двумя шаблонными тегами для вывода типа меню и его элементов.

2. Core – основное приложение в проекте. На его моделях строится основная структура интернет-магазина. Приложение содержит представления для работы сайта. Состав приложения: models.py с классами для позиции товара, динамичных категорий товара и полей для динамичных категорий; widgets.py – для перезаписи стандартного класса MultiFileInput для загрузки нескольких изображений; templatetags с тремя шаблонными тегами; views.py с 25 представлениями (представление отвечающее за корзину, каталог, главную страницу, карточку товара и т.д.); recommendations.py – пользовательский файл для выборки рекомендуемого товара (входными данными является объект корзины, выходными данными является список рекомендуемого товара). Именно в этом файле реализован алгоритм кластеризации.

3. Goods – приложение с динамическими моделями товаров. Состав приложения: models.py – не содержит классов, т.к. все модели для данного приложения создаются динамически.

4. Node – для обычных текстовых страниц разделяющихся на категории. Состав приложения: models.py с классами категорий и элементов текстового материала и views.py с представлениями для текстовых материалов.

5. Cart – содержит в себе основную логику корзины для интернет-магазина. Состав приложения: models.py с классами корзины и элементов корзины; cart.py – пользовательский файл, включающий в себя создание, удаление и прочее манипулирование как с самим объектом корзины, так и с элементами корзины.

6. Compare – содержит основную логику для сравнения товара. Состав приложения: models.py с классами сравнения и элементов сравнения; compare.py – пользовательский файл, включающий в себя создание удаление и прочее манипулирование как с самим объектом сравнения, так и с элементами сравнения.

7. Orders – содержит подробную информацию о заказе, ее элементах, сумме заказа, а так же о пользователе, который осуществил заказ. Состав приложения заказа: models.py с классами заказов и содержимого заказа.

8. Meta – представляет собой семантическое ядро для продвижения сайта в интернете; создания контекстной рекламы и т.д. Содержимое приложения: models.py содержит один абстрактный класс, для которого не создается таблица в базе данных. Класс наследник содержит 3 дополнительных поля (meta_title, meta_keywords и meta_description). Все классы, которые нуждаются в 3 дополнительных полях для поисковых систем, наследуются от данного класса.

В результате выполнения данного проекта был проведен анализ существующих решений, на основе которого был выбран метод подбора сопутствующих товаров при покупке в интернет-магазине. Выполнена реализация приложений и разработана подсистема, которая была внедрена в опытную эксплуатацию.

Список литературы

1. Кольчугина Е.А., Макарь В.А. Метод коллаборативной фильтрации для масштабируемых рекомендательных систем // Современные научные исследования и инновации. – 2012. – № 6. [Электронный ресурс]. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2012/06/14316>
2. Морозов Н.В., Шукенбаев А.Б., Шукенбаева Н.Ш. Подсистема отправки SMS сообщений // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5 (2). – С. 212-214.
3. Конькова Ю.В., Шукенбаев А.Б., Шукенбаева Н.Ш. Анализ эффективности сайта и разработка предложений по ее повышению: сборник трудов международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии в профессиональной деятельности (СИТ-2014)». – М.: МФЮА, 2014. – С. 111-119.

**АНАЛИЗ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ГРАДИЕНТНОГО ПРОФИЛЯ
ИОНООБМЕННЫХ ВОЛНОВОДОВ**

Маногаров А.И., Рудоман А.Н.

Кубанский государственный университет,
Краснодар, e-mail: kubsu.ru

При выполнении численного моделирования градиентного профиля показателя преломления ионообменных волноводов были взяты восемь экспериментальных планарных волноводов, выполнен-

ных в стеклах К8 и КФ4. Образцы выполнены при помощи ионообменной диффузии. Для получения различных технологических параметров в процессе их формирования путем погружения стеклянной подложки соответствующей серии в соленый раствор, в котором в качестве ионов-диффузанта в данном случае выступают одновалентные катионы Ag^+ , изменялась температура жидкости и время контакта подложки с ней. Технологические данные по экспериментальным образцам представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технологические данные экспериментальных планарных волноводов

Тип волновода	Порядок моды m	Эффективные показатели преломления $\{N_m^{эксп}\}$ волноводных мод
Ag^+ :ТСМ; $n=1, 5160$; $C_0^d=1$; $T=300^\circ C$; $t=30$ мин (КФ4 – 1)	0	1.5689
	1	1.5502
	2	1.5328
	3	1.5169
Ag^+ :ТСМ; $n=1, 5160$; $C_0^d=1$; $T=300^\circ C$; $t=120$ мин (КФ4 – 2)	0	1.5773
	1	1.5652
	2	1.5556
	3	1.5466
	4	1.5375
	5	1.5284
Ag^+ :ТСМ; $n=1, 5160$; $C_0^d=1$; $T=300^\circ C$; $t=300$ мин (КФ4 – 3)	6	1.5192
	0	1.5816
	1	1.5722
	2	1.5651
	3	1.5589
	4	1.5532
	5	1.5475
	6	1.5420
	7	1.5363
	8	1.5304
9	1.5246	
10	1.5189	
Ag^+ :ТСМ; $n=1, 5136$; $C_0^d=1$; $T=360^\circ C$; $t=20$ мин (К8 – 1)	0	1.5656
	1	1.5521
	2	1.5395
	3	1.5267
Ag^+ :ТСМ; $n=1, 5136$; $C_0^d=1$; $T=350^\circ C$; $t=30$ мин (К8 – 2)	4	1.5147
	0	1.5642
	1	1.5511
	2	1.5388
Ag^+ :ТСМ; $n=1, 5136$; $C_0^d=1$; $T=350^\circ C$; $t=60$ мин (К8 – 3)	3	1.5264
	4	1.5148
	0	1.5660
	1	1.5554
	2	1.5459
Ag^+ :ТСМ; $n=1, 5136$; $C_0^d=1$; $T=350^\circ C$; $t=120$ мин (К8 – 4)	3	1.5364
	4	1.5268
	5	1.5173
	0	1.5682
	1	1.5601
	2	1.5531
	3	1.5465
	4	1.5399
5	1.5333	
Ag^+ :ТСМ; $n=1, 5136$; $C_0^d=1$; $T=350^\circ C$; $t=180$ мин (К8 – 5)	6	1.5265
	7	1.5197
	8	1.5139
	0	1.5699
	1	1.5627
	2	1.5565
	3	1.5506
	4	1.5450
	5	1.5395
6	1.5338	
7	1.5282	
8	1.5225	
9	1.5169	

Для каждого из восьми экспериментальных образцов была написана прикладная программа, которая позволяет сравнить и проанализировать полученные данные экспериментально и теоретически. Для оценки эффективности того или иного метода расчета

профиля показателя преломления все профильные функции, рассчитанные для каждого экспериментального образца в отдельной программе, были сведены в одном графике. Для каждого планарного волновода диаграмма отображена на рисунках 1 – 8.

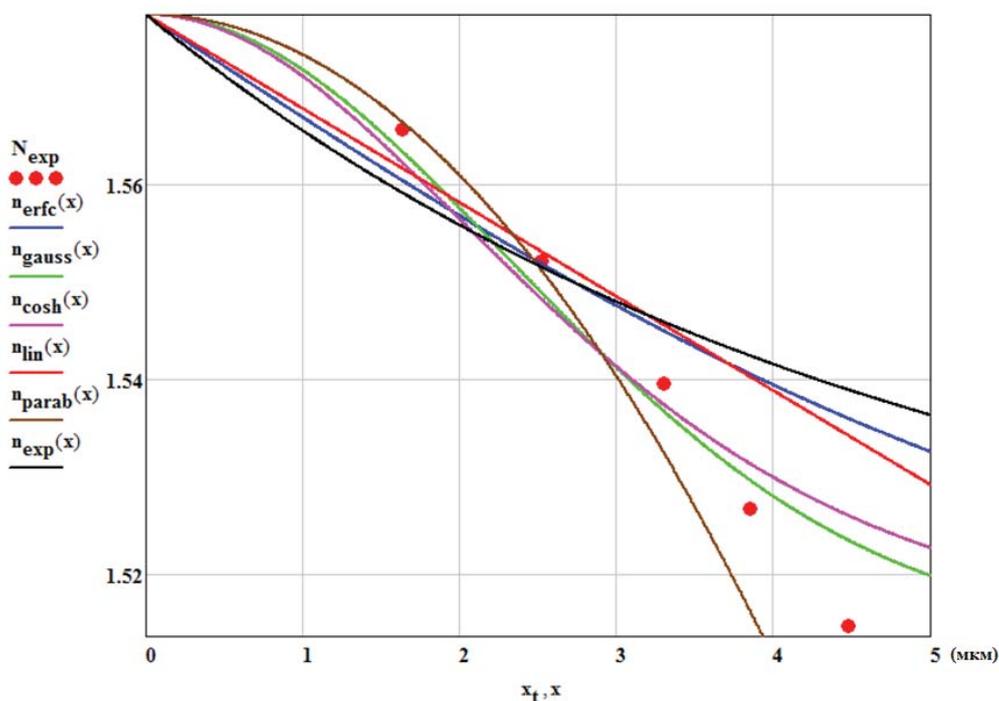


Рис. 1. Профили показателя преломления 5-модового волновода (образец K8 – 1)

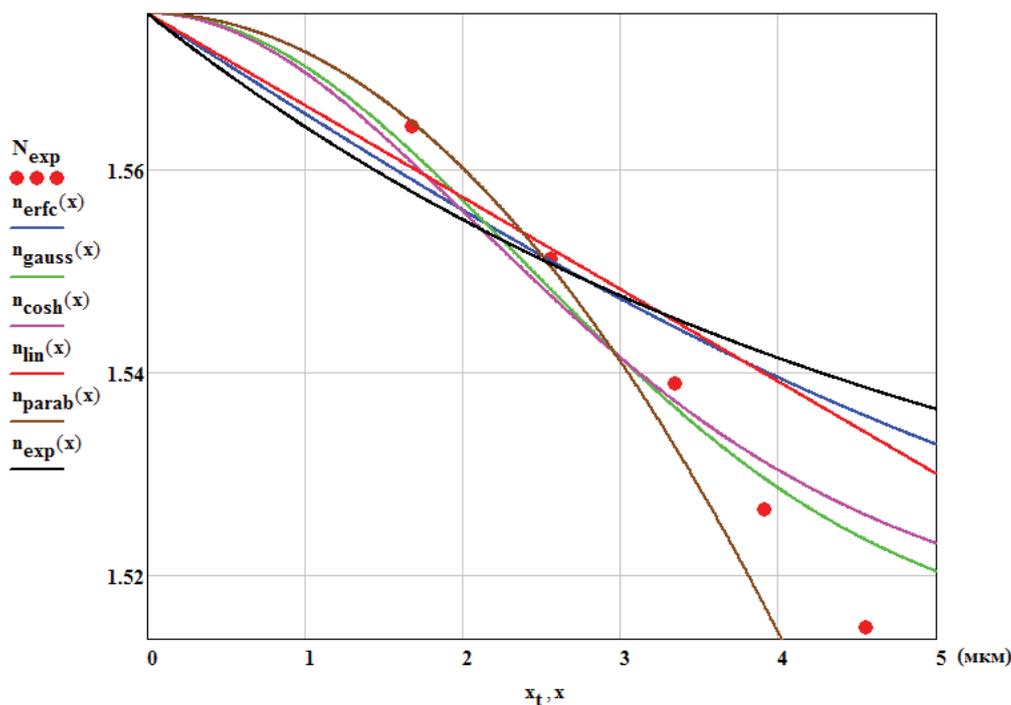


Рис. 2. Профили показателя преломления 5-модового волновода (образец K8 – 2)

Получены результаты для всех экспериментальных образцов: поверхностное приращение показателя преломления Δn , эффективная глубина волновода d (мкм), среднеквадратичная погрешность s , индекс корреляции g (таблица 2). Можно сделать оценку эффективности применения конкретной регрессионной функции.

Основными критериями для оценки добротности численной регрессии являются величина среднеквадратичной ошибки и индекс корреляции. Последний критерий изменяется в пределах от 0 до 1. При наличии функциональной зависимости $g = 1$; в случае отсутствия связи $g = 0$.

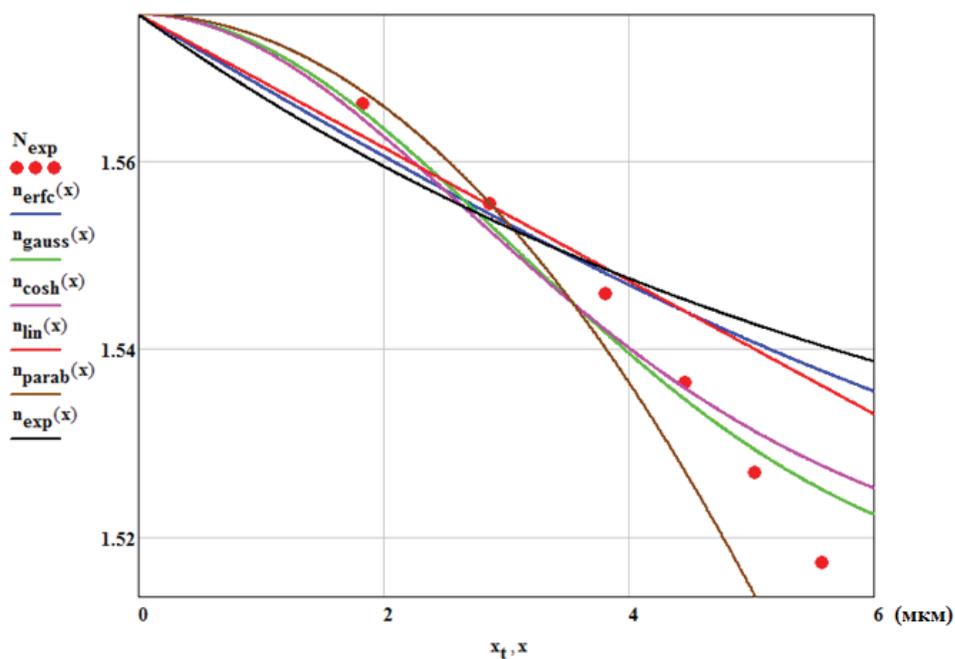


Рисунок 3 – Профили показателя преломления 6-модового волновода (образец К8 – 3)

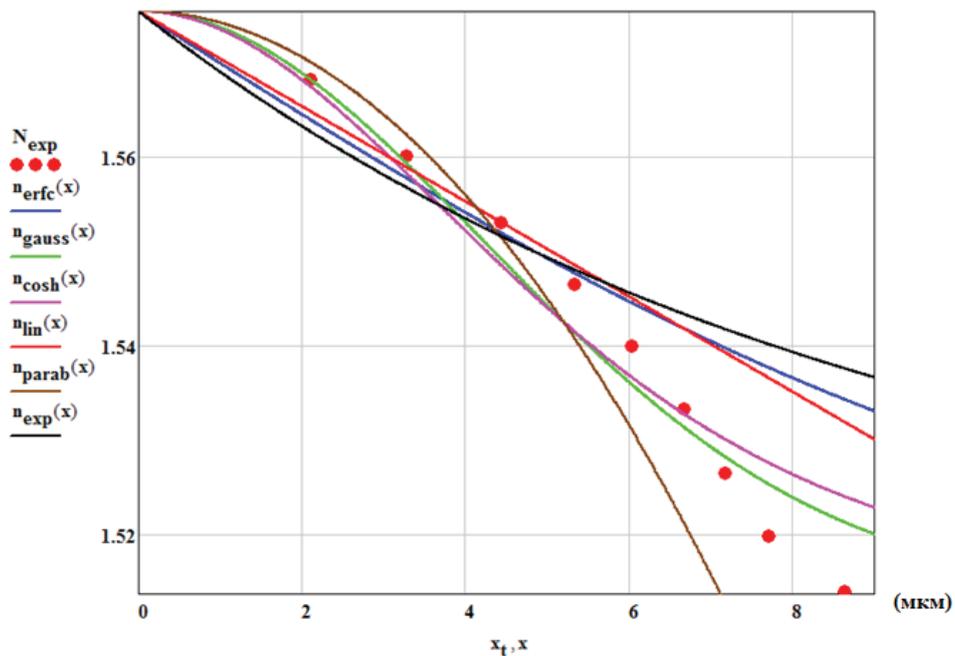


Рисунок 4 – Профили показателя преломления 9-модового волновода (образец К8 – 4)

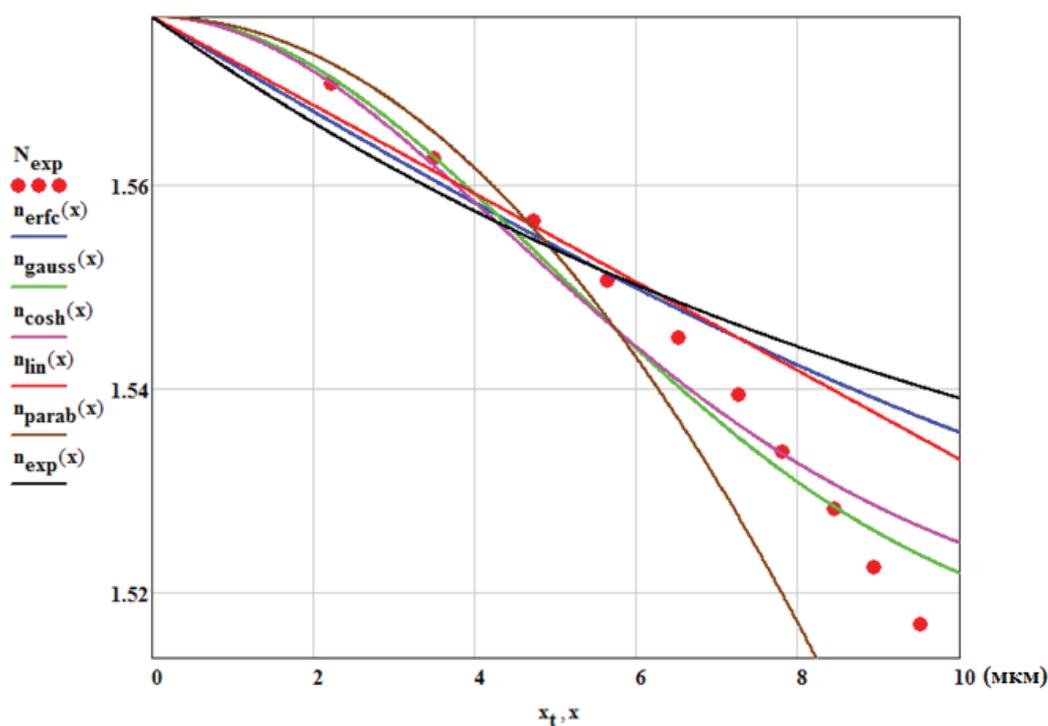


Рисунок 5 – Графики профилей показателя преломления 10-модового волновода (образец К8 – 5)

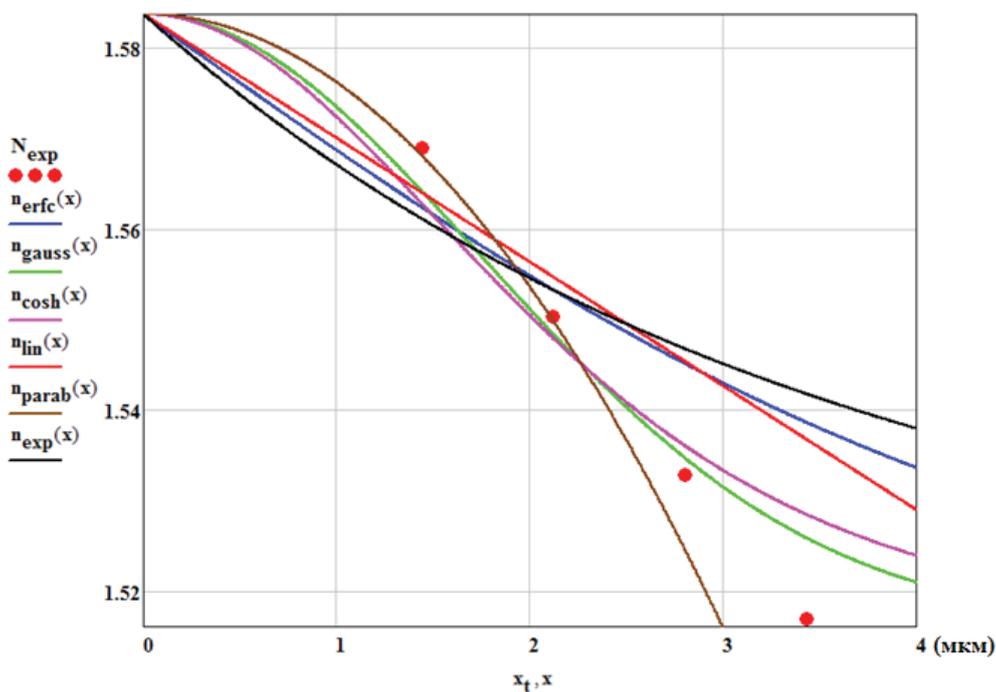


Рисунок 6 – Графики профилей показателя преломления 4-модового волновода (образец КФ4 – 1)

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что наименьшие значения средне-квадратичной погрешности ($s \sim 10^{-4}$) и индекса корреляции ($g \sim 0,98$) для используемых ионообмен-

ных волнопроводов обеспечивает регрессия профиля показателя преломления гауссовой функцией и функцией обратного квадрата гиперболического косинуса.

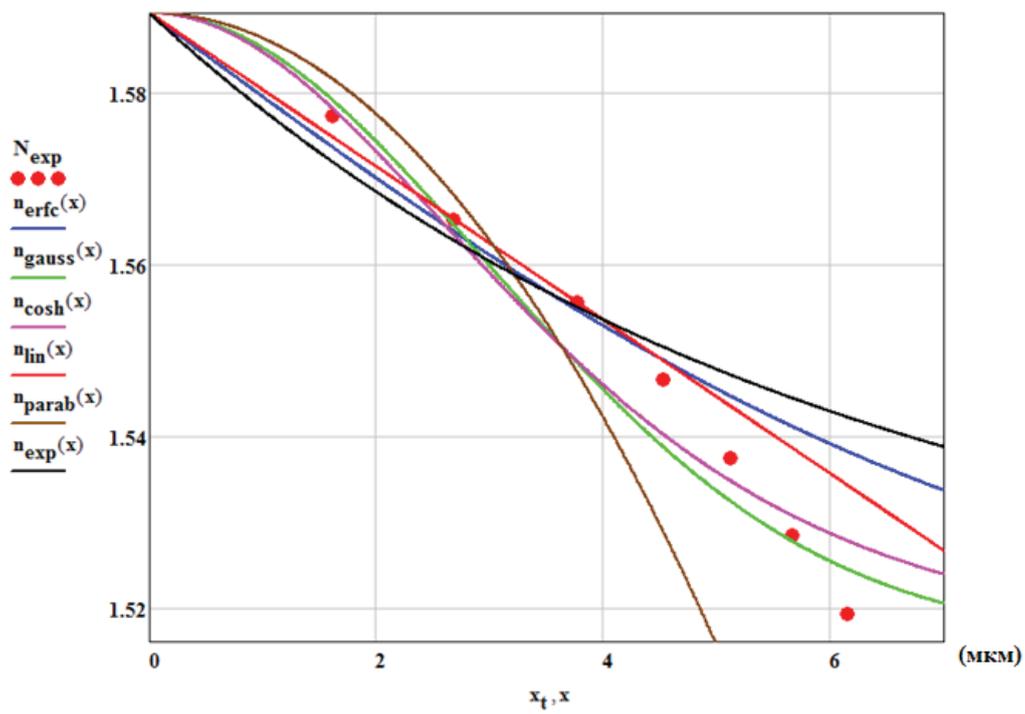


Рисунок 7 – Графики профилей показателя преломления 7-модового волновода (образец КФ4 – 2)

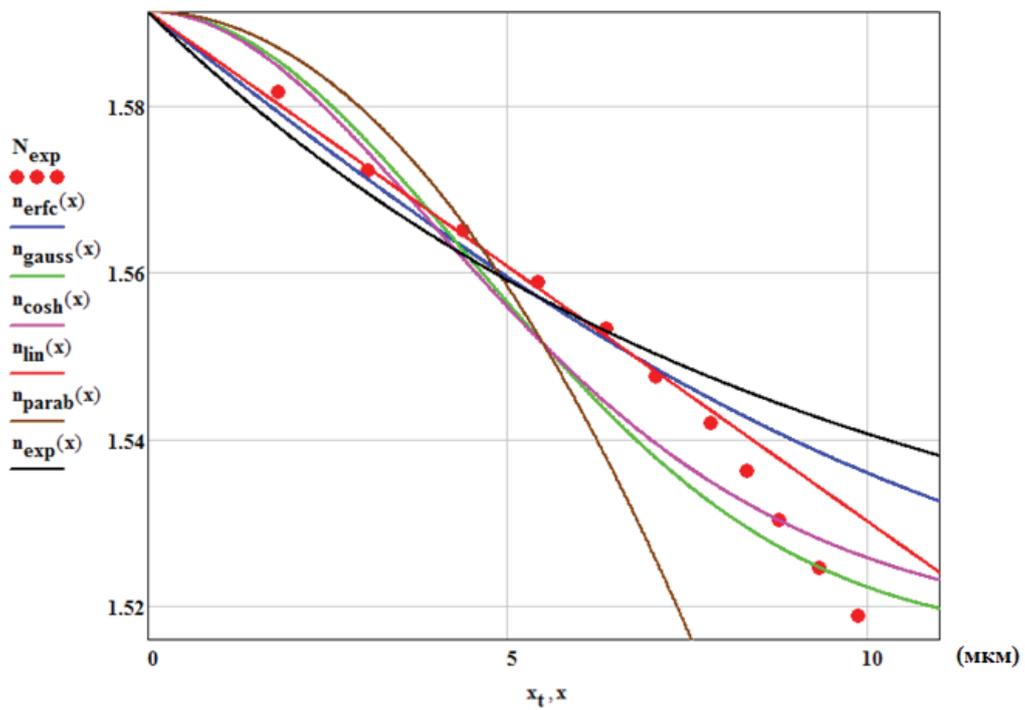


Рисунок 8 – Графики профилей показателя преломления 11-модового волновода (образец КФ4 – 3)

Таблица 2

Результаты по экспериментальным образцам волноводных серий К8 и КФ4

Тип волновода	Профильная функция	Поверхностное приращение показателя Δn	Эффективная глубина d (мкм)	Среднеквадратичная погрешность σ	Индекс корреляции γ
К8-1	erfc	0.063693	6.778991	6.971615×10^{-4}	0.842485
	gauss		3.275331	1.092142×10^{-4}	0.977003
	cosh		3.065718	1.803538×10^{-4}	0.961728
	linear		6.611202	6.145971×10^{-4}	0.862642
	parab		3.933119	5.576207×10^{-4}	0.876282
	expon		4.83765	9.110766×10^{-4}	0.787865
К8-2	erfc	0.061762	6.979626	6.775036×10^{-4}	0.836746
	gauss		3.354513	1.038102×10^{-4}	0.976757
	cosh		3.142325	1.724933×10^{-4}	0.96107
	linear		6.794865	6.033658×10^{-4}	0.856129
	parab		4.020741	4.763015×10^{-4}	0.888366
	expon		4.99273	8.783366×10^{-4}	0.781829
К8-3	erfc	0.061882	9.131159	6.825374×10^{-4}	0.830897
	gauss		4.286259	9.081214×10^{-5}	0.979187
	cosh		4.048278	1.494166×10^{-4}	0.965517
	linear		8.744106	5.974335×10^{-4}	0.853812
	parab		5.035073	6.086622×10^{-4}	0.850824
	expon		6.621479	8.907224×10^{-4}	0.771981
К8-4	erfc	0.061846	12.634909	1.029591×10^{-3}	0.820725
	gauss		5.964878	1.484892×10^{-4}	0.976179
	cosh		5.595004	2.350257×10^{-4}	0.962024
	linear		12.249271	8.835982×10^{-4}	0.848453
	parab		7.121944	1.591447×10^{-3}	0.703892
	expon		9.093146	1.384024×10^{-3}	0.749149
К8-5	erfc	0.062895	15.176443	9.895826×10^{-4}	0.826721
	gauss		7.028517	1.264255×10^{-4}	0.979572
	cosh		6.64712	1.899803×10^{-4}	0.96914
	linear		14.484036	8.344603×10^{-4}	0.856204
	parab		8.227935	1.734445×10^{-3}	0.667242
	expon		11.054259	1.339504×10^{-3}	0.756003
КФ4-1	erfc	0.067658	5.014555	6.712101×10^{-4}	0.862417
	gauss		2.467413	1.087133×10^{-4}	0.979029
	cosh		2.297876	1.850704×10^{-4}	0.964027
	linear		4.942538	5.925472×10^{-4}	0.879655
	parab		2.998512	5.428784×10^{-4}	0.890367
	expon		3.54311	8.778476×10^{-4}	0.815401
КФ4-2	erfc	0.073315	8.434099	5.934115×10^{-4}	0.903631
	gauss		4.18244	1.684658×10^{-4}	0.973612
	cosh		3.926983	1.771766×10^{-4}	0.972228
	linear		8.187166	3.778409×10^{-4}	0.939783
	parab		4.986829	3.880991×10^{-3}	0.446981i
	expon		5.971757	9.25341×10^{-4}	0.844947
КФ4-3	erfc	0.075177	12.683856	6.680332×10^{-4}	0.922872
	gauss		6.338513	4.302625×10^{-4}	0.951041
	cosh		5.951198	3.458885×10^{-4}	0.960838
	linear		12.31546	3.145179×10^{-4}	0.964456
	parab		7.558036	0.010147	1.119265i
	expon		8.950529	1.160864×10^{-3}	0.861557

**АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ
ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ
СКЕЛЕТНОЙ МОДЕЛИ ЧЕЛОВЕКА
НА ОСНОВЕ МАССИВА ОПОРНЫХ ТОЧЕК,
ПОЛУЧАЕМЫХ СОВОКУПНОСТЬЮ
КОНТРОЛЛЕРОВ KINEST**

Михаеску С.В., Трунов А.С., Воронова Л.И.

Российский государственный гуманитарный университет,
Москва, e-mail: savva.mikh@gmail.com

В настоящее время важной и востребованной задачей, в рамках технологии программно – аппаратного моделирования, является моделирование человека, особенно, в режиме реального времени. Технология программно-аппаратного моделирования позволяет создавать и управлять персонажами мультфильмов и компьютерных игр, используется в тренировочном

процессе спортсменов, в медицине для ускорения реабилитации, а так же для управления роботами.

Одним из направлений в программно-аппаратном моделировании является построение трехмерной модели человека. Особенность моделирования поведения человека в режиме реального времени заключается в том, что человек осознанно может совершать определенные действия, влекущие за собой последствия, возникающие уже в виртуальном пространстве.

Моделирование поведения человека с последующим анализом могут быть направлены на определение положения человека в пространстве, его позы, жестов или выражения лица. Для анализа положения человека в пространстве, его позы и жестов рациональнее всего строить виртуальный скелет человека.

Обзор характеристик систем основанных на технологии безмаркерного захвата движения человека

Наименование	Видеокамеры	Сенсоры глубины	Компоненты ПК	Форматы данных	Стоимость ПО
iPi Soft	3 – 8 камер Sony PlayStation Eye	1-3 контроллера Kinect	Компьютер с мощной видеокартой	3D studio Max, Motion Builder, Poser	\$500
Organic Motion	14-24 камеры	Не используются	Процессор Vision с ПО OpenStage 2	3D studio Max, Motion Builder,	\$300

Данных о положении узлов (суставов) и костей виртуального скелета достаточно для получения информации о положении человека.

Поскольку изменения положения тела человека во времени являются движением, технологию получения таких данных можно назвать технологией захвата движений.

Захват движений человека может осуществляться с помощью маркерной и безмаркерной технологий. В маркерной технологии используется специальное оборудование. На человека надевается костюм с датчиками, он производит движения; данные с датчиков фиксируются камерами и поступают в компьютер, где сводятся в единую трёхмерную модель, точно воспроизводящую движения человека. Таким же этим методом может воспроизводиться мимика человека (в этом случае на его лице располагаются маркеры, позволяющие фиксировать основные мимические движения). Маркерные системы захвата движения зарекомендовали себя как надёжный инструмент для создания анимации персонажа. С использованием таких систем созданы мультфильмы «Полярный экспресс», «Последняя фантазия», так же система использовалась при анимации сгенерированного компьютером киноперсонажа «Голлум» в трилогии «Властелин колец».

Безмаркерная технология, основанная на технологиях компьютерного зрения и распознавания образов, не требует специальных датчиков и оборудования. Это существенно ускоряет подготовку к записи движений и позволяет снимать сложные движения (борьба, падения, прыжки, и т. п.) без риска повреждения датчиков или маркеров.

Исследования безмаркерной технологии захвата движения активно проводятся Стэнфордским университетом, Мэрилендским университетом, Массачусетским технологическим институтом, Институтом информатики общества Макса Планка и другими.

Процесс безмаркерного захвата движений требует огромных вычислительных ресурсов, поэтому захват чаще всего происходит не в режиме реального времени. Сначала производится запись видео, а затем – обработка и превращение видео в анимацию.

Ключевым преимуществом разработки системы на основе безмаркерной технологии служит ее невысокая стоимость – фактически, по словам разработчиков программного обеспечения, технология доступна компаниям небольшого размера. В таблице показаны характеристики систем основанные на технологии безмаркерного захвата движения человека.

В системе iPi Soft процесс записи и обработки видео разделен. Запись многокамерного видео производится с помощью бесплатной программы iPi Recorder. Для записи используются либо камеры, либо сенсоры глубины. Далее происходит обработка видео: программа восстанавливает трёхмерную сцену, определяет, где находится человек и его части тела. Есть определенные ограничения на одежду актера. Одежда обязательно должна быть однотонной и темной. Помимо этого желательно, чтобы открытых частей тела было как можно меньше.

Технические возможности системы: отслеживание людей в помещениях размерами от 2x2 м до 7x7 м; отслеживание до двух человек. Система не производит захват мимики. Технология лучше работает для крупных, размашистых движений, типа танцев или восточных единоборств.

Система Organic Motion использует для построения скелета человека исключительно камеры, сенсоры глубины не применяются. Система также требует специального помещения и оборудования.

Технические возможности системы: Отслеживание людей в помещениях размерами от 4x4 м до 6x6 м; Отслеживание от 1 до 5 человек в зависимости от конфигурации камер и свободного пространства; Предназначен для использования в помещении с лампами высокочастотного освещения.

Контроллер Kinect, который может использоваться для захвата движений, сам по себе достаточно корректно строит скелет человека из 20 (Kinect) или из 25 (Kinect 2) точек, но только в плоскости перед контроллером, то есть если человек стоит лицом к контроллеру.

На основе проведенного анализа, для разработки системы построения трёхмерной модели скелета человека, необходимо:

- использовать не меньше двух контроллеров Kinect, которые будут строить скелет человека;
- разработать специализированное программное обеспечение обработки данных с контроллеров Kinect и построение на их основе единого скелета человека.

Разрабатываемая система будет иметь новизну по отношению к системам, использующим один контроллер Kinect, так как, во-первых, повышается точность при определении положения человека, во-вторых, открывается возможность полноценно использовать три измерения, вместо прежних двух.

Список литературы

1. Описание недорогой системы захвата движения от Московской компании iPi Soft <http://old.computerra.ru/terralab/multimedia/532492/>
2. Сайт компании Organic Motion, системы безмаркерного захвата движений <http://www.organicmotion.com/>
3. Обзор Kinect 2 <http://www.softrew.ru/obzory/windows/1354-kinect-2-dlya-windows-evolyuciya-beskontaktnogo-kontrollera.html>

РАЗРАБОТКА НЕЧЕТКИХ ЗАПРОСОВ К РЕЛЯЦИОННОЙ БАЗЕ ДАННЫХ СИСТЕМЫ ОНЛАЙН-ПЛАТЕЖЕЙ

Шукшина Н.С., Воронова Л.И.

Московский технический университет связи и информатики, Москва, e-mail: satkona@mail.ru

В рамках магистерской работы предполагается разработка запросов к реляционной базе данных, содержащей информацию о системе онлайн-платежей. В настоящее время системы моментальных платежей получили широкое распространение. Во-первых, это обусловлено высокой скоростью денежных переводов по сравнению с оплатой счетов в банке. Также важным является удобство: достаточно иметь доступ

в Интернет, чтобы быстро оплатить покупку или услугу, также некоторые сервисы предлагают возможность выбора валюты платежа независимо от валюты счета. Третьим достоинством является относительная безопасность электронных денег. Возможность постоянно контролировать счет, расходы и остаток является четвертым преимуществом.

Зарождение теории нечетких множеств произошло в конце 60-х годов. Нечеткий подход к моделированию получил признание во всем мире. На данный момент нечеткая логика применяется в автомобильной, аэрокосмической и транспортной промышленности, в области изделий бытовой техники, в сфере финансов, анализа и принятия управленческих решений, существуют пакеты программ для построения нечетких экспертных систем.

Нечеткие запросы к базам данных – перспективное направление в современных системах обработки информации. Данный инструмент дает возможность формулировать запросы на естественном языке, например: «Вывести список обувных магазинов с невысокими ценами рядом со станцией метро Сокол», что невозможно при использовании стандартного механизма запросов. Для этой цели разработана нечеткая реляционная алгебра и специальные расширения языков SQL для нечетких запросов. Большая часть исследований в этой области принадлежит западноевропейским ученым Д. Дюбуа и Г. Праде.

Механизмы нечетких запросов к реляционным базам данных базирующиеся на теории нечетких множеств Заде, были впервые предложены в 1984 году и впоследствии получили развитие в работах Д. Дюбуа и Г. Праде.

Большая часть данных, обрабатываемых в современных информационных системах, носят четкий, числовой характер. Однако в запросах к базам данных, которые пытается сформулировать человек, часто присутствует неопределенность. Например, когда на запрос в поисковой системе Интернета пользователю выдается множество ссылок на документы, упорядоченных по степени релевантности (или соответствия) запросу. Потому что текстовой информации изначально присуща нечеткость, причиной которой является семантическая неоднозначность языка, наличие синонимов и т.д.

С базами данных информационных систем, или с четкими базами данных ситуация другая. Пусть, например, из базы данных требуется извлечь следующую информацию:

- «Получить список долго работающих сотрудников с невысокой заработной платой»
- «Вывести список обувных магазинов с невысокими ценами рядом со станцией метро Сокол»

Здесь высказывания «Долго работающий», «Невысокая», «Невысокие цены», «Рядом с метро» имеют размытый, неточный характер, хотя заработная плата определена до рубля, а удаленность магазина от метро – с точностью до метра. Причиной этому является, что в реальной жизни мы оперируем и рассуждаем неопределенными, неточными категориями. Такие запросы невозможно выполнить средствами языка SQL. В этом случае необходимо использовать концепцию нечетких запросов.

Например, продемонстрировать ограниченность четких запросов можно следующим образом. Пусть требуется получить сведения о терминалах для приема платежей, расположенных в определенном регионе, по которым оборот превысил 120 000 рублей за месяц, при этом сумма отмененных платежей не превысила 1 000 рублей. Данный запрос можно записать на языке SQL следующим образом:

```
select Terminal_id from Terminals
where (Terminals.Sum > 120000 AND Terminals.Otm <
1000 AND Terminals.Region_id = 56)
```

Терминал с суммой принятых платежей 200 000 рублей и отменами в 1 010 рублей, или с суммой платежей 119 890 рублей и без отмененных платежей не попадут в результат запроса, хотя их характеристики почти удовлетворяют требованиям запроса.

Нечеткие запросы помогают справиться с подобными проблемами «пропадания» информации.

Для примера формализуем нечеткое понятие «Оборот терминала» (рис. 1). Это будет названием соответствующей лингвистической переменной. Зададим для нее область определения $X = [0; 500\ 000]$ и три лингвистических термина – «Низкий», «Средний», «Высокий». Далее необходимо построить функции принадлежности для каждого лингвистического термина.

Выберем трапециевидальные функции принадлежности со следующими координатами:

- «Низкий» = [0, 0, 110 000, 150 000],
- «Средний» = [110 000, 160 000, 330 000, 390 000],
- «Высокий» = [310 000, 420 000, 500 000, 500 000].

Теперь можно вычислить степень принадлежности терминала с оборотом в 140 000 рублей к каждому из нечетких множеств по трапециевидальной функции принадлежности:

$$MF(x) = \begin{cases} 1 - \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ 1 - \frac{x-c}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

- MF[Низкий](140 000)=0,25;
- MF[Средний](140 000)=0,6;
- MF[Высокий](140 000)=0.

Приведенных выше сведений достаточно для построения и выполнения нечетких запросов. Вернемся к примеру о терминалах. Для простоты предположим, что вся необходимая информация находится в одной таблице со следующими полями: ID – номер терминала, SUM – сумма оборота за месяц, OTM – сумма отмен за месяц.

ID	SUM	OTM
10	450 000	60 000
11	310 000	11 000
12	280 000	25 000
13	140 000	10 000
...		

Лингвистическая переменная «Оборот терминала» была задана ранее. Определим еще одну лингвистическую переменную для поля OTM с областью определения $X = [0; 100\ 000]$ и терминами «Малый», «Средний» и «Большой» и аналогично построим для них функции принадлежности:

- «Малый» = [0, 0, 0, 20 000],
- «Средний» = [19 000, 25 000, 50 000, 60 000],
- «Большой» = [50 000, 75 000, 100 000, 100 000].

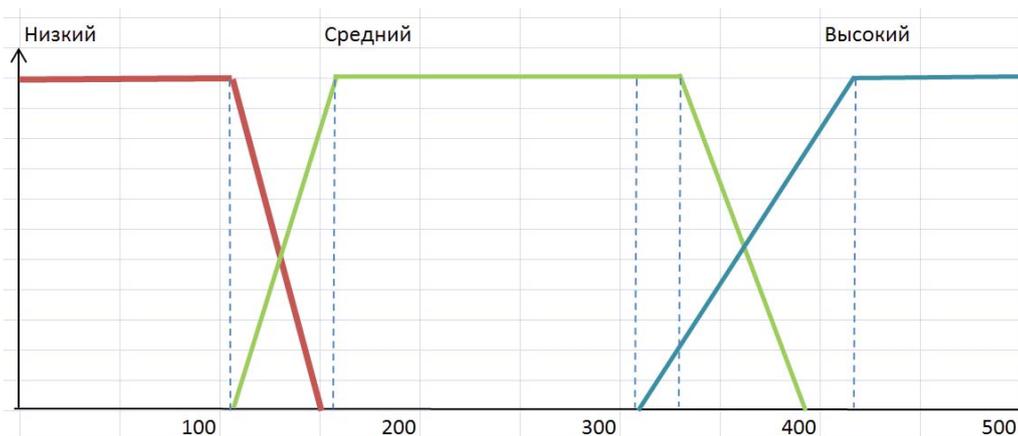


Рис. 1. Функции принадлежности лингвистических термов переменной "Оборот терминала"

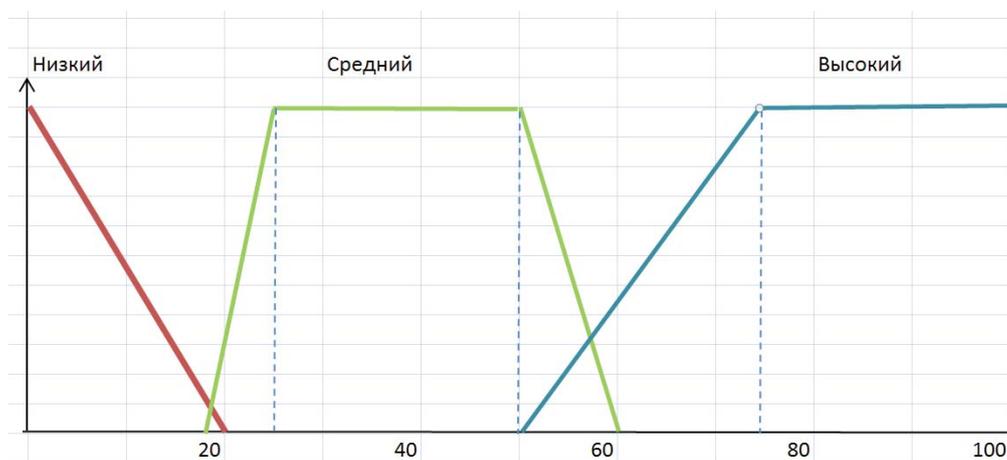


Рис. 2. Функции принадлежности лингвистических термов переменной "Отмены"

К такой таблице можно делать нечеткие запросы. Например, получить список всех терминалов с большим оборотом и маленькой суммой отмен, что на SQL-подобном синтаксисе запишется так:

```
select * from Terminals where (SUM = «Большая» AND OTM = «Маленькая»)
```

Рассчитав для каждой записи агрегированное значение функции принадлежности MF (при помощи операции нечеткого «И»), получим результат нечеткого запроса:

ID	SUM	OTM
11	310 000	11 000

Записи 1,3,4 не попали в результат запроса. Записей, точно удовлетворяющих поставленному запросу (MF=1), в таблице не нашлось. На практике обычно вводят пороговое значение функции принадлежности, при превышении которого записи включаются в результат нечеткого запроса.

Аналогичный четкий запрос мог бы быть сформулирован, например, так:

```
select * from Terminals where (OTM <= 16 000 AND SUM >= 310 000)
```

Его результат является пустым. Поэтому можно сказать, что нечеткие запросы позволяют расширить область поиска в соответствии с изначально заданными человеком ограничениями.

Используя нечеткие модификаторы, можно формулировать и более сложные запросы.

Список литературы

1. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976.
2. Круглов В.В., Длин М.И. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода. – М.: Физматлит, 2002.
3. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб., 2003.
4. Дюбуа Д., Прад Г. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике – М.: Радио и связь, 1990.
5. Воронова Л.И. Интеллектуальные базы данных: учеб. пособие. – М.: МТУСИ, 2013.

Химические науки

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ МАСЛИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ГРЕЧИХИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Громыко Н.В., Ямансарова Э.Т.

*Башкирский государственный университет, Уфа,
e-mail: umatovo114000@yandex.ru*

Проблема очистки природных вод от нефтепродуктов является актуальной в настоящее время в связи с интенсивным развитием промышленности, увеличением частоты разлива нефти, высокой биологической опасностью нефтепродуктов для живых организмов. Согласно последним исследованиям наиболее перспективным и рациональным методом сбора разлившихся нефтепродуктов является сорбционный способ. С использованием сорбции можно удалить до 90% органических загрязняющих веществ. Исследования последних лет показывают, что довольно дорогие промышленные сорбенты могут быть заменены на полученные из природного сырья или отходов производств. В частности, известны материалы на основе отходов переработки подсолнечника, люцерны, фасоли, рисовой и гречневой шелухи, древесных опилок. Использование таких сорбентов обусловлено их достаточно высокой емкостью, избирательностью, дешевизной.

Данное исследование направлено на разработку методов получения сорбентов на основе растительных отходов как альтернативного способа для эффективного извлечения нефтепродуктов с поверхности природных вод, которые ухудшают органолептические, санитарно-гигиенические, экологические и потребительские свойства. В качестве исходного природного материала использованы лузга подсолнечника и шелуха гречихи, являющиеся многотоннажными отходами в пищевой промышленности, что одновременно свяжет проблему их утилизации с улучшением экологического состояния водных ресурсов. Таким образом, данное исследование позволяет решить проблему эффективного использования отходов, образующихся при выращивании и очистке подсолнечника гречихи, при сохранении посевных площадей и урожайностью. Для получения различных сорбционных материалов исходное сырье промывается с целью удаления растворимых полисахаридов, липидов и красящих веществ водным раствором этанола (1:1) и горячей дистиллированной водой. В дальнейшем проводится замачивание материалов в концентриро-

ванной соляной кислоте с последующим инклюдированием 33% раствором едкого натра (кислотно-щелочной сорбент) либо кипячением в 4% растворе гидроксида натрия, после чего производили заморозку материала при -20°C с последующей дефростацией острым паром (низкотемпературный сорбент). Полученные препараты впоследствии тщательно промывали дистиллированной водой, высушивали в сушильном шкафу при температуре + 80°C до постоянной массы. Высушенный материал измельчается до частиц размером 1-2 мм. Сорбционную активность образцов лузги подсолнечника и шелухи гречихи по отношению к растворенным нефтепродуктам исследовали фотоколориметрическим методом, приготовив модельные растворы бензина (плотность 0,694 г/мл) и дизельного топлива (плотность 0,780 г/мл). Для исследования сорбционной емкости образцы сорбентов (1 грамм) помещали в конические колбы, добавляя 50 мл модельного раствора бензина или дизельного топлива. Содержание нефтепродуктов в растворе измеряли до и после контактирования раствора с сорбентов. Растворы выдерживали 30 мин при энергичном перемешивании, после чего отфильтровывали и из фильтрата нефтепродукт. В дальнейшем после удаления экстрагента, прибавляли 10 мл концентрированной серной кислоты и оставляли смесь на кипящей водяной бане на 5 мин. Охлажденные растворы колориметрировали при длине волны 440 нм. На основании результатов сорбции рассчитали величину статической емкости сорбентов (СОЕ), эффективность сорбции (Е) и коэффициент распределения (К) (таблица).

В результате исследования кинетики сорбции нефтепродуктов установлено, что наиболее эффективным сорбентом является шелуха гречихи, подвергнутая низкотемпературной обработке острым паром, которая способна извлечь из воды до 85% нефтяных загрязнений. Наименьшей сорбционной емкостью обладает инклюдированная лузга подсолнечника. Все изученные материалы удаляют нефтепродукты в большей степени (в 2-4 раза) по сравнению с активированным углем благодаря модификации структуры пор растительного сырья в ходе низкотемпературной или кислотно-щелочной обработки. Результаты свидетельствуют о том, что растительные отходы могут успешно применяться в качестве высокоэффективных, дешевых сорбционных материалов в отношении к различным загрязняющим веществам, одновременно позволяя связать их рациональную утилизацию.

№	Сорбционный материал	Сорбция бензина			Сорбция дизельного топлива		
		Е, %	СОЕ, мг/г сорбента	К	Е, %	СОЕ, мг/г сорбента	К
1	Лузга подсолнечника, подвергнутая кислотно-щелочной обработке	51.4	5.7	0.0106	66.4	16.2	0.0197
2	Лузга подсолнечника, подвергнутая низкотемпературной обработке	67.6	7.5	0.0208	66.0	16.0	0.0194
3	Шелуха гречихи, подвергнутая кислотно-щелочной обработке	77.5	9.3	0.0342	85.7	20.9	0.0597
4	Шелуха гречихи, подвергнутая низкотемпературной обработке	57.1	6.6	0.0147	61.9	15.1	0.0162
5	Уголь активированный медицинский марки БАУ (для сравнения)	23.4	2.6	0.0031	52.1	12.7	0.0109

УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВТОРИЧНЫХ БЕНЗИНОВ

Жаксыбай П.К., Мирзаев А.А.,
Усипбаев У.А., Бекжигитова К.А.

Южно-Казахстанский государственный университет,
Шымкент, e-mail: begasylova@bk.ru

Введение

Транспортный сектор является вторым крупным потребителем энергоносителей в мире. За период 2005-2013 годы выбросы выхлопных газов с парниковым эффектом увеличились в мире на 49%. Прогнозируется, что в связи с ростом объема пассажирских и грузоперевозок, выбросы в будущем увеличатся. В подтверждение вышесказанного следует отметить, что общее количество автомобильных единиц сильно выросло в 2009 году, это количество достигло до 10^6 единиц. При этом годовой расход топлива составляет более 9×10^6 т, в том числе $2,5 \times 10^6$ т дизельного топлива. Естественно, такого объема потребления невозможно удовлетворить только с переработки первичных источников. Следовательно, возникает необходимость на производство бензина из вторичных источников переработок, а именно бензина термического крекинга, каталитического крекинга и процесса коксования.

Увеличение содержания перекисей и смол в бензинах вызывает снижение их октановых чисел и повышение кислотности, которые корродируют топливную аппаратуру двигателя. Поэтому одним из важнейших эксплуатационных свойств автомобильных бензинов является их высокая химическая стабильность. Наиболее эффективным и экономически выгодным способом повышения химической стабильности топлив является применение антиокислительных, диспергирующих или комплексных присадок и деактиваторов металлов, добавляемых для подавления каталитического действия металлов на процесс окисления.

В настоящее время в нефтеперерабатывающей промышленности применяются различные антиокислительные присадки, качество которых во многом не удовлетворяет промышленный спрос из-за недостатков, связанных с плохой растворимостью в бензине, высокой вымываемостью водой и высокой их стоимостью, что делает их применение затруднительным. С другой стороны, в перспективных автомобильных бензинах содержание ароматических углеводородов неуклонно повышается, а содержание олефинов снижается. В связи с этим для стабилизации бензинов нужны более дешевые антиокислительные присадки, которые удовлетворяли бы все требования.

Целью работы является уменьшения загрязнения атмосферы за счет изыскания новых эффективных и дешевых антиокислителей, испытание их в бензинах, содержащих непредельные углеводороды и антидетонационные присадки. В работе изучен механизм действия испытуемых антиокислителей, исследованы деактивирующие свойства некоторых гетероциклических соединений, а также изучено влияние исходных и стабилизированных бензинов с присадками на экологические параметры двигателя.

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПО СТАБИЛИЗАЦИИ ТОПЛИВА ВТОРИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

1.1. Влияние углеводородного состава и различных факторов на химическую стабильность бензинов

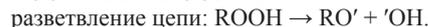
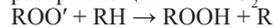
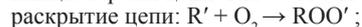
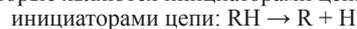
Товарные автомобильные бензины очень разнообразны по своему углеводородному составу, что связано с различным содержанием в них продуктов, полученных путем вторичной переработки нефтепродуктов.

Углеводородный состав автомобильных бензинов зависит от технологии процесса, от качества исходного сырья и от режима переработки. В бензинах жидкофазного термического крекинга и коксования содержание непредельных углеводородов обычно составляет 30-45%, ароматических и нафтеновых 6-16%, а в каталитическом крекинге содержание непредельных углеводородов для различных ступеней колеблется в пределах от 13 до 14%. В отличие от бензинов термического крекинга, в каталитическом крекинге парафиновых углеводородов изостроения содержится значительный процент.

Результаты анализа группового состава непредельных углеводородов в пресдистилляте термического крекинга показывают, что с повышением температуры кипения фракций содержание олефиновых углеводородов в них снижается, а циклоолефиновых – возрастает, алкенил – ароматические углеводороды во фракциях, выкипающих до 122°C , отсутствуют, а в более высококипящих фракциях их содержание составляет 9-27% от общей суммы непредельных углеводородов.

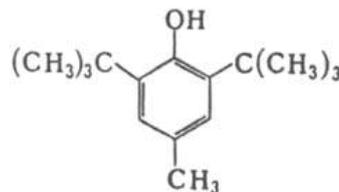
1.2. Антиокислители металлов

Окисление углеводородов бензина начинается с образования свободных радикалов гидроперекисей, которые являются инициаторами цепной реакции:

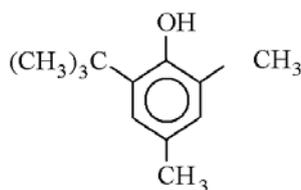


Назначение антиокислителя заключается в подавлении или полном устранении стадий распространения разветвления цепи, т.е. обрыва цепи вследствие взаимодействия антиокислителя со свободными радикалами. Обрыв цепи обусловлен передачей атома водорода или электрона промежуточному перекисному радикалу с образованием сравнительно стабильных продуктов. В качестве присадок, подавляющих образование перекисных цепей и радикальные реакции других реакционноспособных компонентов топлива, применяются некоторые арилалкиламины.

Эффективность антиокислителей сравнивалась по отношению к эффективности соединения 26В 4М. Сравнительные оценки стабилизирующей эффективности алкилфенолов показывают, что большое значение имеют природа и положение заменяющих групп. Из трех исследованных положений 2,4 и 6 наибольшая эффективность достигается, если положение 4 занято метильной группой. Максимальный эффект с двумя алкильными группами получается, если группа в положении 2 является третичной бутильной, а в положении 4 – метильной. Наибольший эффект получается в том случае, когда из орто-положений занимает трет-бутильная группа. Высокая эффективность 2416В и 26В 4М, а также и некоторых других подобных им соединений в значительной степени объясняется тем, что в таких фенолах функциональная группа ОН защищена разветвленными трет-бутильными радикалами, которые затрудняют ее участие в побочных реакциях окисления.



2,6 – ди-трет-бутил-4-метилфенол (26В 4М)



2,4-диметил-6-трет-бутилфенол(24М 6В)

Из бис фенольных соединений лучшими оказались 2,2-метил-бис-(4-метил-6-трет-бутилфенол) (2В 4М 6Г) и 4,4-метил-бис-(2,6-ди-трет-бутилфенол) (26В 4Г). Эти соединения оказались почти на 25% активнее, чем 26В 4М, но при хранении ведут себя хуже, чем стабилизированные 26В 4М. Указанные соединения имеют низкие летучести и не применяются для стабилизации топлив. Из производных нафталина высокие стабилизирующие свойства имеют нафтабол. При использовании α -нафтола возрастает содержание фактических смол, поэтому он в промышленности не применяется. Из других соединений нафталинов 1,5- и 1,7-диокси-нафталин имеет наиболее высокие стабилизирующие значения. Но он очень плохо растворяется в бензине.

В качестве ингибитора для стабилизации бензинов – крекинга испытывались различные NN-замещенные и п-фенилендиамины. Испытания проводились на смеси гидроочищенного бензина термического крекинга по методу, предусматривающему получение индукционного периода бензина порядка 300мин. В качестве эталона был использован NN-ди-втор-бутил-п-фенилендиамин, эффективность которого была принята за единицу. Наиболее эффективными являются те замещенные соединения (NN-1,2,3,12), в которых атом водорода каждой группы замещен на вторбутиловый, изопропиловый или фенольный радикал.

2. СИНТЕЗ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИСАДОК

2.1. Синтез и некоторые физико-химические свойства исследованных антиокислителей и деактиваторов металлов

На основе литературного материала в качестве присадок для стабилизации автомобильных бензинов исследованы и применяются алкилфенолы, аминфенолы, ароматические амины и шиффовые основания. Наиболее эффективными из них являются антиокислители, у которых аминогруппы и фенольный гидроксил находятся только в активных α - или пара-положениях.

В отечественной нефтеперерабатывающей промышленности для химической стабилизации автомобильных бензинов применяются три антиокислительные присадки: фракций фенолов из подсмольных вод полукоксования углей ФЧ-16, древесно-смольный антиокислитель – ДСА и параоксидифениламин – ПОДФА. Все указанные антиокислители имеют ряд существенных недостатков, один из них связан с плохой растворимостью в бензине, что делает нежелательным их применение в перспективных бензинах.

В последнее время на нефтеперерабатывающих заводах наблюдается выпадения смолистых осадков на дно бензиновых резервуаров. Эти осадки обнаруживаются в дренажных водах, в трубопроводах, по которым антиокислитель ФЧ-16 вводится в бензин, а также в трубопроводах, ёмкостях до их сжигания в двигателе. Указанными смолистыми веществами являются или компоненты антиокислителя ФЧ-16, нерастворимые в бензине, или же непосредственно сам антиокислитель.

Применяющийся в настоящее время в некоторых случаях древесно-смольный антиокислитель не обеспечивает достаточно высокую химическую стабильность автомобильных бензинов при длительном хранении.

Параоксидифениламин, добавляемый в качестве антиокислительной присадки к авиационным этилированным бензинам, плохо растворим, дорог, поэтому применение его нецелесообразно. Из этого следует, что вопрос выбора доступных для промышленного производства и эффективных антиокислителей назрел, актуален и имеет большое значение. В вышеизложенных соединениях действие антиокислителя в реакциях окисления связано, в первую очередь, с легкостью отрыва атомов активного водорода в аминных и гидроксильных группах антиокислителей.

2.2. Фурфуралкиламины

Синтез фурфуралкиламинов осуществляется путём конденсации фурфуrolа с алкиламинами под давлением водорода и в присутствии катализатора никель-ренея.

Например, получение α -фурфурилметиламина осуществляется следующим путем: в стальной вращающийся автоклав ёмкостью 600мл загружают 76,8г (66мл, 0,8моль) свежеперегнанного фурфуrolа, 24,8 (0,8моль)метиламина в 130мл метанола и 5-7 никель-ренея.

После предварительной промывки водородом в автоклав подают водород под давлением 100-120атм. Процесс проводят при температуре 60-70°C до прекращения поглощения водорода. Гидрогенизат фильтруют от катализатора. Метанол отгоняют на водяной бане при слабом вакууме и остаток перегоняют при вакууме, собирая фракции с температурой кипения 40-42°C при 9 мм рт.ст., представляющим собой α -фурфурилметиламин. Выход равен 62-65г, что составляет 65-70% от теоретического. Из отогнанного растворителя получают дополнительно 8-10г фурфурилметиламина путем подкисления концентрированной соляной кислотой до рН 4-5 при охлаждении. После чего спирт отгоняют, остаток растворяют в небольшом количестве воды и подщелачивают твердой щелочью при охлаждении. Выделившееся масло экстрагируют нейтральным эфиром. Эфир отгоняют и остаток перегоняют в вакууме. Общий выход α -фурфурилметиламина составляет 75-80% от теоретического.

Температура кипения – 155-156°C

Плотность – 0,928 г/см³

Показатель преломления – 1,4440.

Некоторые физико-химические показатели синтезированных фурфуралкиламинов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели синтезированных фурфуралкиламинов

Наименование веществ	Температура кипения, °С	n_D^{20}	ρ_4^{20}
α -фурфуриламин	144-146	1,4586	0,941
α -фурфурилметиламин	155-156	1,4440	0,0928
α -фурфурилэтиламин	173	1,4523	0,936
α -фурфурилпропиламин	197-198	1,4608	0,958
α -фурфурилбутиламин	221	1,4673	0,967
Фурфурилфениламин	54*	-	-
x-температура плавления, °С			

N-фурфурилалкилендиамины. Одно из основных требований к деактиватору металла заключается в том, чтобы он мог связывать в комплексные соединения ионы всех тех металлов, с которыми бензин соприкасается в условиях хранения, транспортировки и применения.

Наиболее эффективные присадки относятся к классу шиффовых оснований и представляют собой продукты конденсации салицилового альдегида с аминами. Эффективными деактиваторами металлов, представителями подобных соединений являются N,N' – дисалицилиден-этилендиамин, N,N' – дисалицилиденпропилендиамин и салицилиден –o- аминофенол. Основным недостатком этих деактиваторов является плохая растворимость их в топливах и индивидуальных углеводородах.

Фурфурол с диаминами и ароматическими аминами образуют соединения типа шиффовых оснований. На основе чего нами были синтезированы некоторые соединения шиффовых оснований типа фурфурилалкилендиаминов, а также фурфурил-фенилендиаминов и исследованы в качестве деактиваторов металла в бензинах вторичного происхождения. Метод получения этих соединений осуществляется конденсацией реакционноспособного фурфурола с алкилендиамином. Реакция идет первичной конденсацией по карбонильной группе фурфурола с последующим гидрированием. Ниже приводится метод получения N-фурфурилэтилендиамина.

В качестве исходного сырья используются: этилендиамин (гидратная форма), фурфурол технический, водород элеткролитический и катализатор никель-рения. Условия получения: во вращающийся стальной автоклав ёмкостью 730 мл загружают раствор 87 г (1,11 моль) этилендиамина в 200 мл метанола, а затем при перемешивании туда же добавляют 34 г (0,354 моль) фурфурола, фурфурол должен быть свежеперегнанный и 8 г никель-рения. Начальное давление водорода равно 100атм., температура гидрирования 80°C.

После прекращения поглощения водорода автоклав разгружают, катализат фильтруют, метиловый спирт и избыток этилендиамина тщательно отгоняют из колбы Вюрца на водяной бане при пониженном давлении. Метанольный раствор этилендиамина можно использовать для повторного синтеза. К остатку добавляют примерно 100 мл петролейного эфира, при этом выделяется коричневый осадок. Смесь сушат едким калием, затем эфирный раствор отфильтровывают от щелочи и осадка. Эфир отгоняют и осадок перегоняют в вакууме из колбы с колонкой Видемера, отбирая фракцией с температурой кипения 103-103,6°C при 10 мм рт.ст.

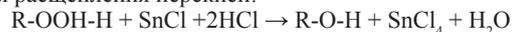
Выход N-фурфурилэтилендиамина равен 33,8 г, что составляет 68,2% от теоретического. Вещество представляет собой бесцветную умеренной вязкости

жидкость со слабым аминным запахом. Фурфурил-фенилендиаминовые соединения очищают путем перекристаллизации и высушивают в воздухе. Синтезированные нами диамины хорошо растворяются в эфире, спирте, индивидуальных углеводородах и бензине, а фенилендиамины плохо растворяются в бензине. В таблице 2 приводятся некоторые физико-химические свойства синтезированных фурфурилалкилендиаминов.

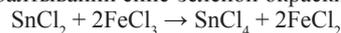
2.3. Методы исследования стабильности топлив по анализу продуктов окисления

Перекисное число. Показатель перекисного числа основан на определении активного кислорода, образовавшегося во время окислительных процессов в виде соединения, связанных двумя атомами кислорода. Один из атомов кислорода является активными и легко отрывается. Перекисное число выражается в мг активного кислорода, отнесенного к 100мл топлива.

Наиболее широкое распространение получили станнометрический, йодометрический методы определения перекисных чисел. Первый основан на определении количества хлористого олова, необходимого для расщепления перекиси:



Непрореагировавшее хлористое олово оттитровывается 0,1N водным раствором хлорного железа в присутствии индигокармина до исчезающей при взбалтывании сине-зеленой окраски:



Потенциометрическое определение перекисных чисел производилось следующим образом. 10 мл бензина, подлежащего анализу, растворяется в смеси, состоящей из 20 мл абсолютного изопропилового спирта и 2 мл ледяной уксусной кислоты. Затем к раствору добавляется 10 мл насыщенного раствора NaI в абсолютном изопропиловом спирте и кипятят на бане 5мин, после чего к раствору добавляется 5 мл воды и медленно производится потенциометрическое титрование 0,1 раствором тиосульфата, с использованием лампового потенциометра «ЛП-5». В качестве электродов использовали платиновый каломелевый. Титрование производили в токе азота. До точки эквивалентности потенциал индикаторного электрода меняется очень мало.

Перекисное число выделившегося бензина вычисляют по формуле:

$$п.г. = \frac{(a-b)T}{V} \times 100 ; \text{ мг } O_2 / 100\text{мл},$$

где a – объем 0,1 раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование с испытуемым бензином, мл;

b – то же в контрольном опыте, мл;

T – титр 0,1 раствора тиосульфата натрия, в граммах йода;

V – объем бензина, л.

Таблица 2

Физико-химические свойства синтезированных фурфурилалкилендиаминов

Исследуемое вещество	Внешний вид и физическое состояние	Температура, °C		ρ_4^{20}	n_d^{20}
		кипения	плавления		
N-фурфурилэтилендиамин	Бесцветная жидкость	236	-	1.0470	1.5029
N-фурфурилпропилендиамин	Бесцветная жидкость	271	-	1.0760	1.5811
N-фурфурил-о-фенилендиамин	Светло-жёлтые кристаллики	-	96	-	-
N-фурфурил-п-фенилендиамина	тоже	-	106	-	-

Таблица 3

Физико-химические свойства стабилизируемых бензинов

Показатели	Бензин термического крекинга. Обр.1	Бензин каталитического крекинга. Обр.2	Бензин термического риформинга. Обр.3
Фракционный состав, °С: 50%	117	128	109
Плотность, г/см ³	0,7309	0,7628	0,7294
Йодное число, г J/100мл	96	38	74
Содержание непредельных углеводородов, %вес.	43,7	21,8	32,5
Индукционный период, мин	130	210	55
Содержание фактических смол, мо/100мл	3	4	3
Кислотность, мг/100мл	0,0560	0,150	0,078
Октановое число	68	76,6	71,2

Кислотность. При жидкофазном окислении топлив одним из продуктов реакции является органическая кислота. Для определения кислотности широко применяются методы химического (ГОСТ-5985-80) и потенциметрического (ГОСТ-17834-82) титрования. Кислотность топлива выражается в мг едкого калия, израсходованного на нейтрализацию 100мл испытуемого нефтепродукта. Согласно ГОСТ 5985-80, кислотность определяют титрованием, применяя в качестве индикатора нитрозиновый желтый в виде 0,5%-го водного раствора. 50 мл испытуемого топлива кипятят в течение 5 мин с таким же объемом нейтрализованного 89% этилового спирта, и в горячем состоянии титруют 0,05Н спиртовым раствором едкого калия до перехода желтой окраски в зеленую.

Заклучение

На основании результатов исследований выявлено, что α-фурфурилпропиламины по механизму антиокислительного действия относятся к антиокислителям 2-й группы, которые воздействуют не только на стадию образования окислительных цепей, ко и тормозят вырожденное разветвление некоторых реакций. Добавление α-фурфурилпропиламина в бензин термического крекинга на разных стадиях старения способствует замедлению процесса смолообразования. После 50 дней хранения исходного крекинга-бензина его индукционный период снижается с 70 до 40 мин.

Результаты исследований показывают, что при сочетании ПОДФА и α-фурфурилпропиламина стабилизирующая эффективность по индукционному периоду повышается в 2,5раза.

Наиболее высокая стабилизирующая эффективность по повышению индукционного периода и торможению смолообразования появляется при сочетании α-фурфурилпропиламина с ионолом. Длительное хранение образцов топлив, стабилизированных парными антиокислителями 0,03% ФЧ-16 и 0,02% α-фурфурилпропиламином в жарких климатических условиях показывает, что срок хранения бензинов до образования 10 мг фактических смол удлинняется от 15 до 215 суток. За этот срок повышение кислотности и снижение октановых чисел бензинов не наблюдается. На основании полученных данных выявлены возможности применения парных антиокислителей α-фурфурилпропиламина с ФЧ-16 или ионолом для химической стабилизации бензинов на нефтеперерабатывающих заводах.

Результаты лабораторных укрупненных исследований парных антиокислителей деактиваторов металлов дают право судить о возможности практического применения исследованных композиций присадок для стабилизации автомобильных бензинов в нефтеперерабатывающей промышленности. В связи с чем, нами были проведены испытания влияния исследуемых добавок на коррозионную агрессивность бензина и на отложения во впускной системе двигателя.

Все эти испытания дали положительные результаты и показали, что рекомендуемые композиции антиокислителей и деактиватор металлов не влияют на эти свойства.

Полученные данные показали, что N-фурфурилэтилендиамин является эффективным деактиватором металлов, который полностью восстанавливает индукционный период до исходного уровня в присутствии металлов. На основании проведенных исследований следует рекомендовать композицию антиокислителей для стабилизации автомобильных бензинов в концентрациях: α-фурфурилпропиламина 0,01 – 0,05% вес. с ФЧ-16 и ионолом 0,014 – 0,05% вес. в зависимости от непредельных бензинов и деактиватора металлов – N-фурфурилэтилен диамина в концентрациях 0,01-0,02% вес.

Предварительный экономический расчет показал, что от внедрения парных антиокислителей, за счет уменьшения концентрации присадки даст экономии около 3,2 млн. тенге (около 15 тыс.\$) на 1 млн. тонн крекинг-бензина.

Список литературы

1. Бойко В.С. Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1990. – 101 с.
2. Коршак А.А., Шаммазов А.М. Основы нефтегазового дела. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2001. – 85 с.
3. Березин Б.Д., Березин Д.Б. Курс современной органической химии: учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2001. – 768 с.
4. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Бурение нефтяных и газовых скважин: учеб. пособие для вузов. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002.
5. Глинка Н.Л. Общая химия. – Л.: Химия, 2003. – 326 с.
6. Танирбергенов А.Г. Учебно-методический комплекс дисциплины студента. – Алматы: КазНТУ, 2004. – 241 с.
7. Реутов О.А., Курц А.Я., Бутин К.П. Органическая химия. – М.: МГУ, 2005. – 99 с.
8. Белобородов В.Л., Зурабян С.Э., Лузин А.П., Тюкавкина Н.А. Органическая химия. Основной курс. – М.: Дрофа, 2003. – 74 с.
9. Хвонов В.А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 2005. – 154 с.

ПОВЕДЕНИЕ ФЕНОКСИАЛЛИЛА В РЕАКЦИИ С АЗОТИСТОЙ КИСЛОТОЙ

Коблова Л.Б., Газзаева Р.А.

Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ,
e-mail: lara_koblova@mail.ru

Как ранее было показано, феноксициклопропан в условиях нитрозирования трансформируется в гетероциклическую систему изоксазолинового ряда [1]. С целью изучения конкурирующего влияния малого цикла и заместителей в феноксипроизводных мы изучили взаимодействие феноксиаллила (1) с азотистой кислотой, образующейся *in situ*.

В нашем случае наблюдалось образование *p*-нитрофеноксиаллила (2), а также *p*-нитрофеноксиаллила (5) и продукта перегруппировки Кляйзена - *o*-аллилфенола (3) [2]

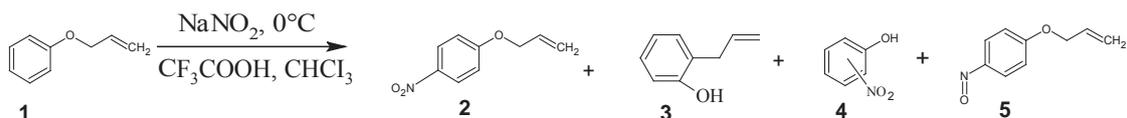


Рис. 1. Взаимодействие феноксиаллила с азотистой кислотой, образующейся *in situ*

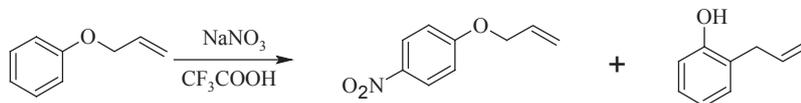


Рис. 2. Реакция феноксиаллила с системой $\text{NaNO}_3\text{-CF}_3\text{COOH}$

Превращение нитрозосоединений в нитросоединения под действием кислорода воздуха известный факт [3]. Однако образование минорных количеств нитросоединений в нашем случае является результатом параллельной реакции, что косвенно подтверждается при реакции (1) с системой $\text{NaNO}_3\text{-CF}_3\text{COOH}$.

Реакционная смесь в данном случае имела желтую окраску, что свидетельствует об отсутствии значимых количеств нитрозосоединений. Реакция протекает с преимущественным образованием *para*-нитропроизводного (2), и образованием *para*-нитропроизводного лишь в качестве побочного продукта. Был выделен также *o*-аллилфенол.

Экспериментальная часть

Спектры ЯМР ^1H и ^{13}C регистрировали на спектрометре «Varian BXR-400» в CDCl_3 . В качестве внутреннего стандарта использовали остаточный сигнал CHCl_3 (δ 7.25, м.д.). ИК спектры записывали на спектрофотометре UR-20 в интервале 400-3600 cm^{-1} в вазелиновом масле. Масс-спектры получали на приборе Finnigan SSQ 7000 (типа GC-MS) с использованием капиллярной колонки (30 м x 2 мм, неподвижная фаза DB-1), газ-носитель – гелий (40 мл/мин) и программированием температуры от 50 до 300°C (10 град/мин). Энергия ионизации 70 эВ. Разделение реакционных смесей и контроль чистоты продуктов реакции проводили на колонках и на пластинах в тонком слое, носитель – силикагель L40/100 мкм (Чехия), используя элюент – диэтиловый эфир-петролейный эфир (40-70°C), 1:3 (по объему).

Взаимодействие соединения (1) с системой $\text{NaNO}_2\text{-CF}_3\text{COOH}$. К раствору 10 ммоль соединения (1) в 5 мл CF_3COOH и 10 мл CHCl_3 прибавляли 10 ммоль NaNO_2 при температуре 0°C в течение 30 мин. Смесь перемешивали 30 мин, разбавляли 300 мл воды, экстрагировали 50 мл CHCl_3 . Органический слой промывали водой до достижения нейтральной среды и сушили MgSO_4 . Растворитель отгоняли, остаток хроматографировали на силикагеле.

В результате реакции из феноксиаллила (1) образуется 3-(4-нитрозофенилокси)-1-пропен (5), жидкость синего цвета. Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м.д.: 4.68 д (2H, CH_2 , 3J 5.3 Гц), 5.45 д (1H, CH_2 , 3J 10.4 Гц), 5.60 д (1H, CH_2 , 3J 17.2 Гц), 6.23 д.д.т (1H, CH_2 , 3J 5.3, 3J 10.4, 3J 17.2 Гц), 7.05 д (2H_{аром}, J 9.0 Гц), 7.92 д (2H_{аром}, J 9.0 Гц). Спектр ЯМР ^{13}C (CDCl_3), δ , м.д.: 69.41, 114.55, 118.74, 124.63, 131.8, 163.93, 164.62. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): $[\text{M}]^+$ 163 (78), 122 (19), 108 (6), 93 (16), 65 (11), 63 (15), 41 (100). Найдено, %: C 66.56; H 5.73; N 8.44. $\text{C}_9\text{H}_9\text{NO}_2$. Вычислено, %: C 66.25; H 5.56; N 8.58. В ходе реакции был выделен 3-(4-нитрофенилокси)-1-пропен (2), т.кип. 126-129°C (3 мм рт.ст.). Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м.д.: 4.68 (2H, CH_2 , 3J 5.3 Гц), 5.45 д (1H, CH_2 , 3J 10.4 Гц), 5.60 д (1H,

CH_2 , 3J 17.2 Гц), 6.23 д.д.т (1H, CH_2 , 3J 5.3, 3J 10.4, 3J 17.2 Гц), 7.05 д (2H_{аром}, J 9.0 Гц), 7.92 д (2H_{аром}, J 9.0 Гц); а также 2-аллилфенол (3) и нитрозамещенные фенолы.

Список литературы

- Газзаева Р.А., Царгасов А.Дз., Федотов Н.А., Мочалов С.С. Поведение феноксициклопропилсульфида и феноксициклопропана в реакции с азотистой кислотой // Вестник МГУ. Сер. 2 хим. – 2011. – Т.52. – С. 372-374.
- White W.N., Gwynn D., Schlitt R., Girard C., Fife W. The ortho-Claisen Rearrangement. I. The Effect of Substituents on the Rearrangement of Allyl *p*-X-Phenyl Ethers // J. Am. Chem. Soc. – 1958. – № 80(13). – P. 3271-3277.
- Hopf H., Mourad Aboul-fetouh E., Jones Peter G. A surprising new route to 4-nitro-3-phenylisoxazole // Beilstein J. Org. Chem. – 2010. – № 6.

ПОЛУЧЕНИЕ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ ИЗ ШЕЛУХИ ГРЕЧИХИ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ИЗ ВОДЫ АЛЮМИНИЯ

Мернинова О.М., Носкова Т.В.

Алтайский государственный университет,
Институт водных и экологических проблем СО РАН,
Барнаул, e-mail: tom9292@mail.ru

Активированный уголь - сорбент с высокоразвитой пористой структурой, состоящий из углерода и обладающей большой способностью сорбировать газообразные, парообразные и растворенные вещества [1]. Уголь давно и эффективно используется для очистки воды от многих органических и неорганических компонентов. В промышленных масштабах активированные угли производят из древесных отходов, ископаемых углей и кокосовой скорлупы. Но их также можно изготавливать из любого углеродсодержащего материала. Для аграрных районов, получение активированного угля из отходов сельхозпроизводства с целью очистки питьевых вод, является очень важным и перспективным решением. Таким образом, возможна реализация сразу двух актуальных задач: утилизация растительных отходов и очистка воды. Так как здоровье и прекрасное самочувствие человеческого организма напрямую зависит от качества потребляемой воды, то вопросу ее безопасности уделяется огромное внимание. Но при традиционной водоподготовке в питьевую воду попадают ионы алюминия, потому что в качестве коагулянтов в основном используются его соли. В настоящее время достоверно доказано токсическое воздействие алюминия на растения и теплокровные организмы [2,3]. Поэтому большой интерес вызывают методы устранения алюминия из питьевой воды.

Целью данной работы стало получение активированного угля из растительных отходов переработки гречихи. И исследования адсорбционной способности полученного угля по отношению к ионам алюминия.

Таблица 1

Физико-химические показатели полученного угля их шелухи гречихи

Активированный уголь	Адсорбционная активность		Массовая доля влаги, %	Суммарный объем пор по воде, см ³ /г
	по йоду, %	по метиленовому голубому,		
из шелухи гречихи	8,8	167	5,7	3,3

Шелуху гречихи обрабатывали раствором ортофосфорной кислоты из расчёта 8 % H₃PO₄ на массу сырья. Карбонизацию и активацию проводили в муфельной печи при температуре 300 ± 50 °С. Полученный уголь промывали и высушивали. Физико-химические показатели угля представлены в таблице 1.

Адсорбцию алюминия проводили при статических условиях путем смешивания 0,5 г активированного угля с 50 мл раствора алюминия с концентрацией от 0,1 до 1,0 мг/л, в пластиковых стаканах и встряхивали при комнатной температуре в течение 20 минут. Равновесную концентрацию алюминия в полученных растворах определяли на анализаторе жидкости “Флюорат-02-3М”. По результатам исследования была построена изотерма адсорбции (рис. 1) и рассчитана степень извлечения (табл. 1).



Рис. 1. Изотерма адсорбции ионов алюминия на активном угле из шелухи гречихи

Таблица 2

Степень извлечения алюминия активированным углем из шелухи гречихи

Концентрация раствора алюминия, мг/л	Степень извлечения, %
0,1	13
0,5	63
1,0	73

Физико-химические свойства полученного активированного угля из шелухи гречихи, а также изотерма адсорбции алюминия, свидетельствуют, что уголь имеет мелкопористую структуру. Степень извлечения возрастает с увеличением концентрации алюминия в исходном растворе и обнаруживает, что полученный уголь, возможно, использовать для очистки воды от ионов алюминия.

Список литературы

1. Колышкин Д.А., Михайлова К.К. Активные угли. – Л.: Химия, 1972. – 57 с.
2. Унгуряну Т.Н. Риск для здоровья населения при комплексном действии веществ, загрязняющих питьевую воду // Экология человека. – 2011. – №2. – С. 14–20.
3. Alfrey A.C. Aluminum metabolism and toxicity. Proc. Am. Chem. Soc. Division of Environmental Chemistry. – 1987. – №27. – P. 458-459.

**СОВРЕМЕННЫЕ
КОАГУЛЯНТЫ И ФЛОКУЛЯНТЫ
В ОЧИСТКЕ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД**

Настенко А.О., Зосуль О.И.

Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, Тюмень, e-mail: galinakachalova@mail.ru

В данной работе содержится: сравнительный анализ и принцип действия современных коагулянтов и флокулянтов, используемых в практике очистки природных и сточных вод; лабораторные исследования основанные на процессах очистки промывных вод скорых фильтров водопроводных очистных станций городов Тюмени и Кургана с подбором наиболее эффективных коагулянтов и флокулянтов.

Научная новизна работы

Предложена реагентная очистка промывных вод скорых фильтров станции водоподготовки городов Тюмени и Кургана.

Практическая значимость работы

Произведен выбор современных реагентов, определены их дозы для снижения мутности промывных вод скорых фильтров с целью их оборотного использования.

Водопроводные очистные станции городов Кургана и Тюмени – самые крупные в регионе Среднего и Южного Зауралья, следовательно, их влияние на экосистемы рек Тура, Тобол, Иртыш значительно в результате привноса в водные объекты несвойственных им химических веществ [1,2].

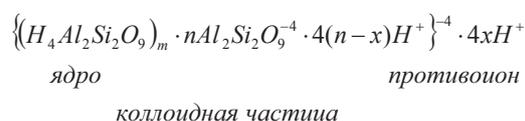
Практическая цель работы – усовершенствование станций водоподготовки, построенных в 70-х годах. Предложение – не сбрасывать промывную воду фильтров в реку, а возвращать ее на доочистку.

Принцип действия современных коагулянтов и флокулянтов, используемых для обработки промывных вод скорых фильтров

Коллоидно-дисперсные примеси удаляются из воды методом коагулирования с последующим осаждением и фильтрованием. Коллоидные частицы относятся к ультрамикрорегетерогенным примесям, имеющим размер частиц от 10⁻⁷ до 10⁻⁹ м, обладающих высокой агрегативной устойчивостью за счет одноименного заряда.

Механизм коагулирования рассмотрим на примере, когда в воде присутствует глинистая взвесь, состоящая из алюмосиликатов общей формулы Al₂O₃ · γSiO₂ · zH₂O или в простейшем виде Al₂O₃ · γSiO₂ · zH₂O. С химической точки зрения, глина состоит из молекул алюмокремниевой кислоты примерного вида H₄Al₂Si₂O₉, способной диссоциировать H₄Al₂Si₂O₉ ↔ 4H⁺ + Al₂Si₂O₉⁻⁴ на катион водорода и кислотный остаток алюмокремниевой кислоты.

Представим один из вариантов строения мицеллы коллоидного раствора алюмокремниевой кислоты.



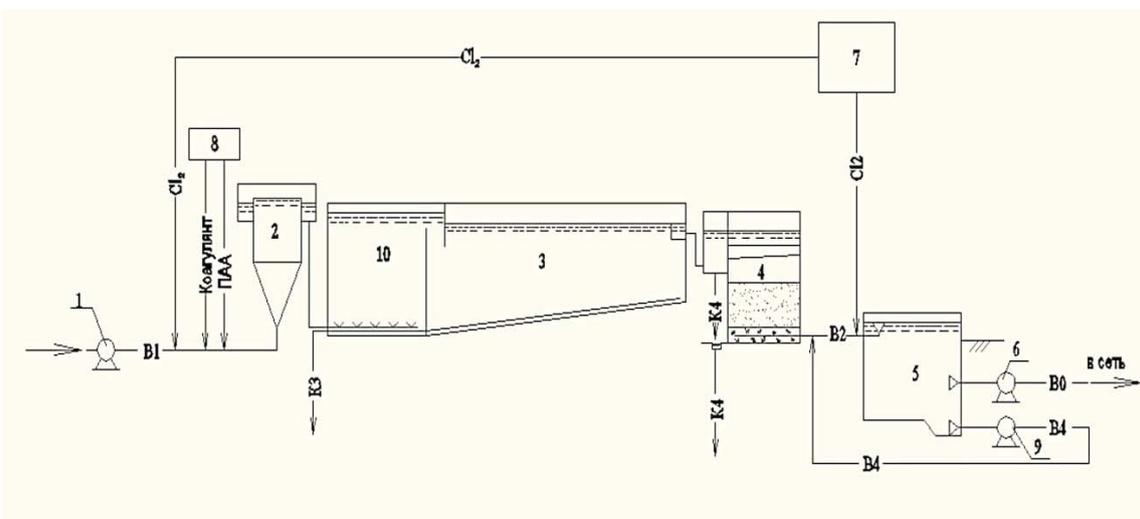


Рис. 1. Технологическая схема станций водоподготовки г. Тюмень и г. Курган

Сооружения: 1 – насос I-го подъема; 2 – смеситель; 3 – горизонтальный отстойник; 4 – скорый фильтр; 5 – РЧВ; 6 – насос II-го подъема; 7 – хлораторная; 8 – реакгентное хозяйство; 9 – промывной насос; 10 – камера хлопьеобразования. Технологические трубопроводы: B0 – подача воды в сеть; B1 – подача исходной воды; B2 – фильтрованной воды; B4 – подача промывной воды; K3 – сброс осадка из отстойника; K4 – отвод промывных вод; Cl₂ – хлорная вода.

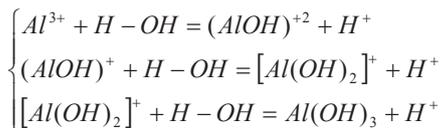
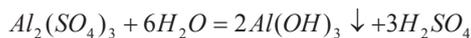
Анионы алюмосиликата образуют основу отрицательно заряженной глинистой частицы, окруженной сферой положительных ионов. При подкислении происходит нейтрализация отрицательного заряда коллоидной частицы, частицы потерявшие заряд слипаются, утяжеляются и под действием силы тяжести выпадают в осадок (т.е. коагулируют). Зависимость устойчивости дисперсной системы от величины з-потенциала частиц, характерна для гидрофобных коллоидов. Однако в практике очистки природных и сточных вод нередко приходится иметь дело с коллоидами гидрофильными, которые менее чувствительны к добавлению электролитов [3].

В практике же очистки природных и сточных вод, как правило, используются коагулянты.

Чаще всего, это соли, образованные слабым основанием и сильной кислотой, попадая в воду подвергаются гидролизу с образованием труднорастворимых гидроокисей. Образующиеся хлопья гидроокисей адсорбируют частицы примесей из воды и выпадают вместе с ними в осадок. В нашей работе, мы использовали именно такие коагулянты: $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ и $Al_2(OH)_5Cl$ [4].

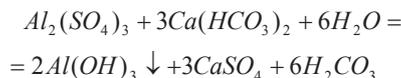
Сульфат алюминия – $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$

При внесении его в воду происходит гидролиз по катиону:



Поскольку $Al_2(OH)_3$ – амфотерная гидроокись, получить стабильный осадок, исходя из константы гидролиза, удастся при pH = 6,5-7,5. С целью получения наиболее устойчивого осадка применяют подщелачивание содой или известью.

Процесс нейтрализации водородных ионов за счет расходования бикарбонатной щелочности воды можно представить уравнением:



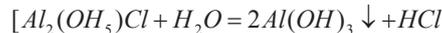
Количество извести и соды, необходимой для нейтрализации водородных ионов и создания резервной остаточной щелочности подсчитывается по эмпирическим формулам [5].

Преимущества использования сульфата алюминия: при увеличении pH > 4, 0 – 4, 5 выпадает хлопьевидный осадок гидрата окиси алюминия, весьма заметный в растворе и сигнализирующий о необходимости подкисления электролита; позволяет избежать изменения окраски стока при обработке, является доступным и экономичным.

Оксихлорид алюминия $Al(OH)_x \cdot Cl_y \cdot nH_2O$, другие названия гидроксихлорид алюминия (по международной номенклатуре не патентованное название PAC).

3 стадии коагуляции:

1. ОХА – частично гидролизованый хлорид алюминия, попадая в воду, подвергается гидролизу по катиону:



2. На второй стадии процесса коагуляции основная роль отводится адсорбции на коллоидных частицах гидроксидов алюминия.

3. Третья стадия коагуляции происходит в результате столкновения молекул гидроксидов алюминия между собой, коллоидных частиц примесей воды и результирующего укрупнения образовавшихся хлопьев за счет соединения их друг с другом.

На рис. 2 представлена схема образования коагуляционных хлопьев (гетерогенные дисперсные примеси – ГДП) Частицы гидроксида под действием силы тяжести, адсорбируются на коллоидные примеси [6].

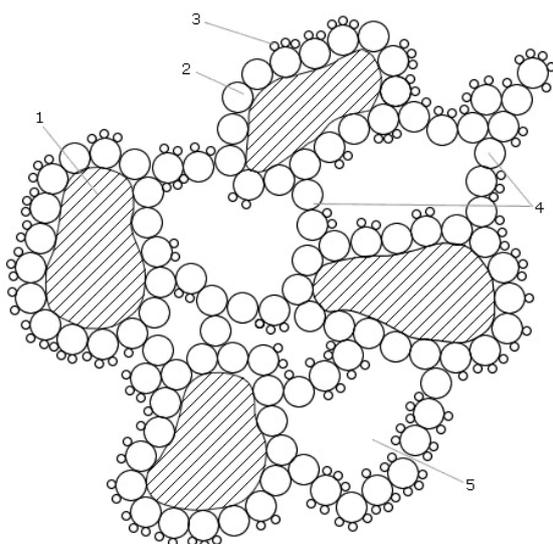


Рис. 2. Схема образования коагуляционных хлопьев
1 – частицы ГДП; 2 – частицы гидроксида; 3 – органические вещества; 4 – «клеевые» мостики; 5 – полости, заполненные водой

Преимущества использования оксихлорида алюминия: стабильность процесса коагуляции, в том числе при низких температурах воды; не нужно подщелачивать с целью уменьшения концентрации H^+ ; обеспечение содержания остаточного алюминия менее 0,2 мг/л; при введении в воду практически не снижает щелочность и pH обрабатываемой воды, что способствует уменьшению скорости коррозии металлов в системах водоснабжения и теплоснабжения, за счет исключения образования агрессивной углекислоты [7].

Флокулянты на основе ПАА

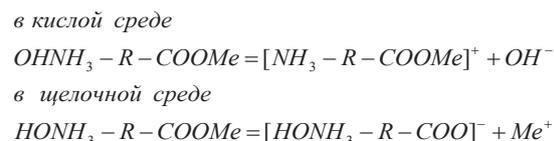
Флокулянты – реагенты, способствующие коагуляции. Флокулянты с их зарядом и очень высокой молекулярной массой, адсорбируют дестабилизированные частицы и объединяют их вдоль полимерной цепи. В результате, на этапе флокуляции происходит образование более крупных хлопьев, что приводит к уплотнению осадка. Нами в работе были использованы флокулянты: Floрам – продукция компании SNF Floerger, которая на сегодняшний день считается одним из ведущих предприятий в мире, в области производства коагулянтов и флокулянтов; Praestol – продукция совместного российско-германского произ-

водства ЗАО «Компания «Москва-Штокхаузен-Пермь»»(MSP). Оба эти флокулянта – органические, синтетические, высокомолекулярные соединения на основе полиакриламида.

Флокулянты Floрам и Praestol (существует около 800 различных флокулянтов) могут быть объединены в 3 отдельные категории: неионогенные; анионные; катионные.

Неионогенные марки флокулянтов представляют собой технически чистый полиакриламид. Его вырабатывают путем сополимеризации моноакриламида и солей акриловой кислоты.

Являясь амфотерным полиэлектролитом, ПАА способен диссоциировать в зависимости от pH среды, по кислотному и по основному типу:

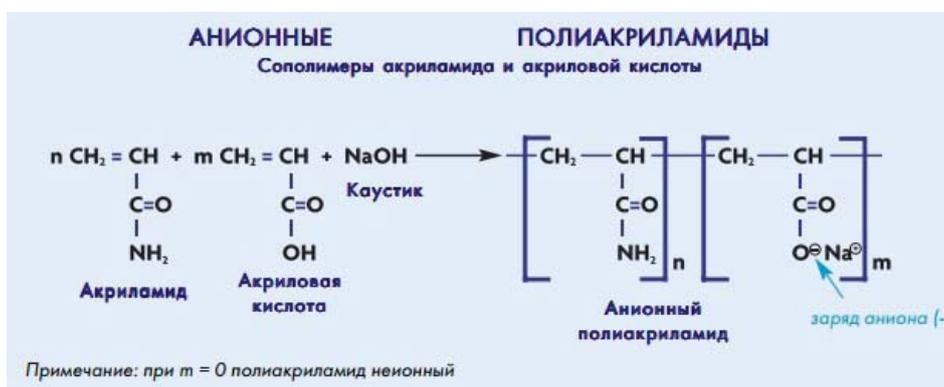


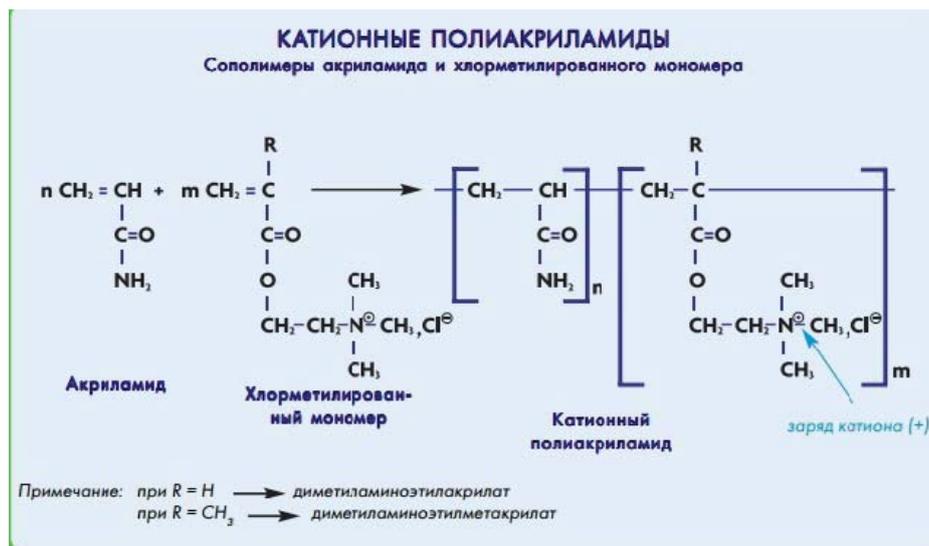
где R – углеводородная цепочка молекулы ПАА.

При значениях pH, соответствующих изоэлектрическому состоянию, молекулы ПАА, оставаясь в целом электронейтральными, содержат одновременно положительно заряженные и отрицательно заряженные ионогенные группы. В результате взаимодействия заряженных групп молекулы ПАА в нейтральной среде сворачиваются в клубок, захватывая коллоидные примеси, а в кислой и щелочной среде вытягиваются в цепочку, также захватывая коллоидные примеси.

Механизм действия ПАА заключается в адсорбции его ионогенными группами образующихся при коагуляции микрочастиц. Анионные марки флокулянтов являются сополимерами акриламида с возрастающими долями акрилата, придающими полимерам в водном растворе отрицательные заряды и тем самым анионный характер: за счет чего происходит диссоциация по основному типу, при диссоциации акрилата образуется частица с отрицательным зарядом.

Исходные мономеры – акриламид и акриловая кислота в присутствии каустика, в результате образуется сополимер акриловой кислоты и акрилата натрия. Катионные марки флокулянтов являются сополимерами акриламида с возрастающими долями катионных сомономеров. Внесенные катионные группы обладают в водном растворе положительными зарядами.





Анионные флокулянты особенно эффективны при обработке дисперсных систем с отрицательно заряженными коллоидными частицами. Большинство органических коллоидов имеют отрицательный заряд. Катионные флокулянты – для обработки дисперсных систем с положительным зарядом. Неорганические коллоиды, как правило, имеют положительный заряд, например, коллоидная гидроокись железа. Механизм действия катионных и анионных флокулянтов заключается в фиксировании дестабилизированных частиц (заряженных) и объединении их вдоль полимерной цепи [8].

Цель исследований: совершенствование технологии реагентной обработки промывных вод станций водоподготовки.

В задачу исследования входило: определение эффективности осветления воды в безреагентном режиме; выбор наиболее эффективных реагентов для обработки промывной воды и определение оптимальных доз в разные периоды года.

Исследуемые реагенты: коагулянты-сернокислый алюминий (СА), оксихлорид алюминия (ОХА); флокулянты – полиакрилоамид (ПАА), праестол 650, флопам (FO414OSH фирма SNF France).

Приборы, используемые при лабораторных исследованиях: флокулятор-модель 8800, спектрофотометр Lovibond PS spektro, спектрофотометр ПЭ-5400ви.

Лабораторные исследования

Для определения оптимальных доз реагентов исследуемую промывную воду разливали в 5 мерных цилиндра объемом 500 мл. Далее назначили дозы реагента для каждого цилиндра. По результатам отстаивания определяли мутность на приборах. На диаграмме показано влияние дозы СА и ОХА на высоту слоя и вид осадка.

На графиках продемонстрированы изменения физического показателя качества воды – мутности во времени.

Как видно, применение коагулянтов в зимний период не эффективно, взвешенных частиц довольно мало, все процессы происходят замедленно.

Скачки происходят, благодаря повышенной мутности, возникшей при добавлении реагента, образования хлопьев продукта гидролиза.

В зимнее время наибольший эффект осаждения проявляет – Флопам (0,5 мг/л), а наименьший эффект – без добавления реагентов.

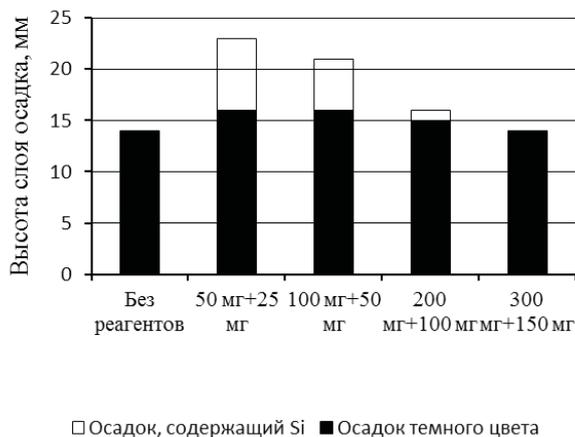
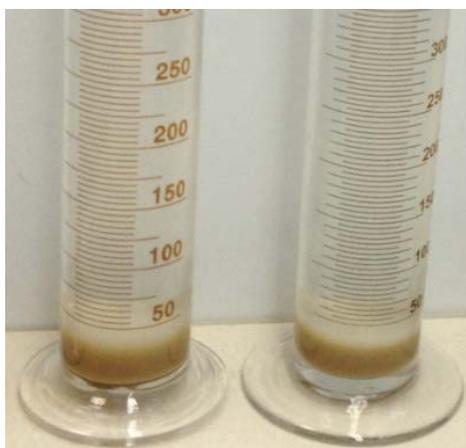


Рис. 3. Влияние дозы СА и ОХА на высоту слоя и вид осадка

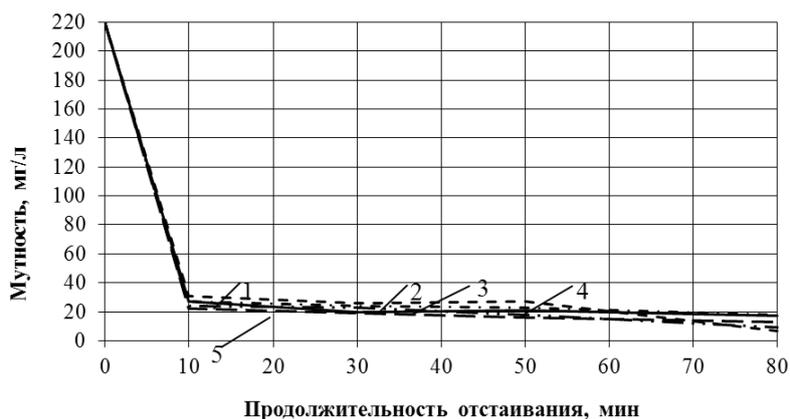


Рис. 4. Влияние дозы СА на эффективность осветления промывной воды в зимний период (январь, р. Тура)
1 – без реагентов; 2 – доза 50 мг/л; 3 – доза 100 мг/л; 4 – доза 150 мг/л; 5 – 200 мг/л

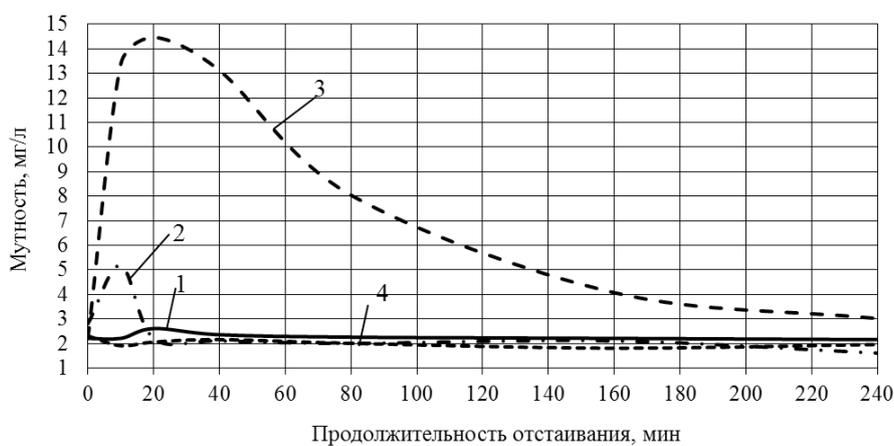


Рис. 5. Влияние вида и дозы реагентов на эффективность осветления промывной воды в зимний период (январь, р. Тобол)
1 – без реагентов; 2 – ПАА; 3 – ОХА; 4 – FO4140SH

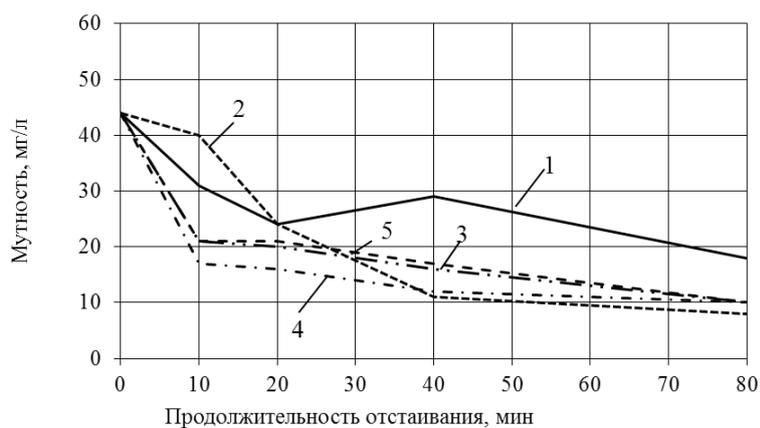


Рис. 6. Влияние доз смешанного коагулянта и FO4140SH на эффективность осветления промывной воды в зимний период (март, р. Тура)
СА (12 мг/л)+ОХА (6 мг/л)+ FO4140SH: 1 – без реагентов; 2 – без флокулянта; 3 – доза FO4140SH 0,25 мг/л;
4 – доза FO4140SH 0,5 мг/л; 5 – доза FO4140SH 0,75 мг/л.

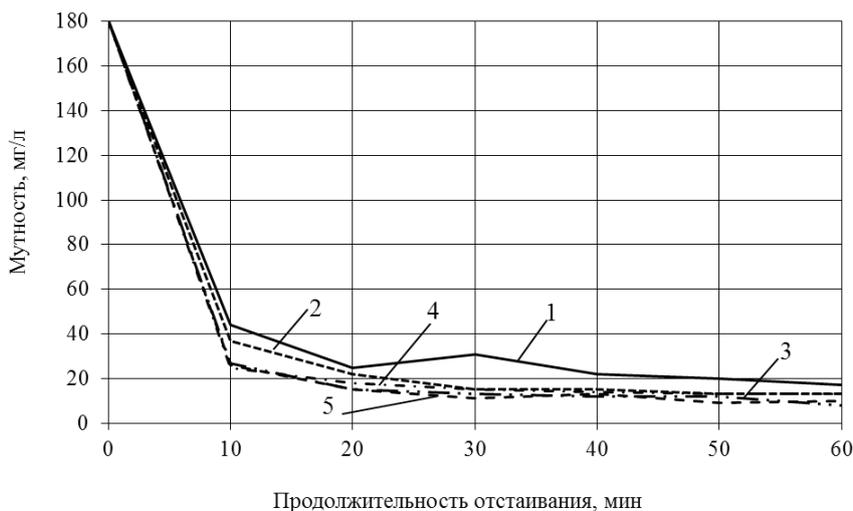


Рис. 7. Влияние вида и дозы реагентов на эффективность осветления промывной воды в весенний период (май, р. Тура):

1 – без реагентов; 2 – СА (12 мг/л)+ОХА (6 мг/л); 3 – СА (12 мг/л)+ОХА (6 мг/л)+ПАА (0,5 мг/л);
4 – СА (12 мг/л)+ОХА (6 мг/л)+ПАА (1 мг/л); 5 – СА (12 мг/л)+ОХА (6 мг/л)+ПАА (1,5 мг/л)



Рис. 8. Влияние вида и дозы реагентов на эффективность осветления промывной воды в летний период (июль, р. Тобол):

1 – без реагентов; 2 – Праесто 650 (0,2 мг/л); 3 – Праесто 650 (0,4 мг/л); 4 – Праесто 650 (0,6 мг/л); 5 – Праесто 650 (0,8 мг/л)

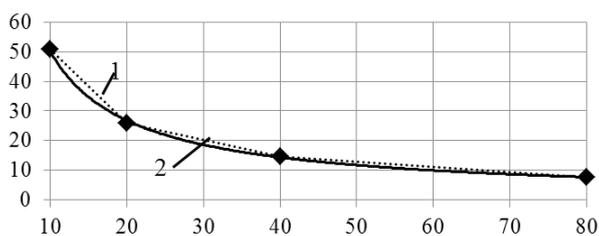


Рис. 9. Кинетика отстаивания промывной воды при добавлении флокулянта ПАА с дозой 0,75 мг/л:

1 – опытные данные; 2 – линия тренда.

Весной же выгодным получается применение смеси реагентов – СА (12) + ОХА (6) + ПАА (1,5)

В летний период, предпочтение лучше отдать Праестолу в дозе 0,4 мг/л

Оценка достоверности полученных экспериментальных данных

Используя методы регрессионного анализа, определили функцию изменения мутности промывной

воды в заданные промежутки времени при различных дозах реагента ПАА.

Анализ опытных данных показал, что функция изменения мутности в заданные промежутки времени при различных дозах реагентов является убывающей степенной функцией 3-го порядка и адекватно описывает кинетику отстаивания промывных вод скорых фильтров.

Выводы

- Для летнего периода следует отметить – лучшие результаты дает применение коагулянта с последующим введением флокулянтов. Причем наиболее эффективными оказались дозы – Праестол (0,4 мг/л) и Флопам (0,4 мг/л).
- В зимний период – наибольшее снижение мутности было отмечено при обработке воды только смесью коагулянтов СА (12 мг/л) и ОХА (6 мг/л).
- В весенний период – смесью коагулянтов СА (12 мг/л)+ОХА(6 мг/л) с добавлением флокулянта ПАА(1,5 мг/л).
- При обработке одним сернокислым алюминием, а также смесью коагулянтов СА и ОХА и флокулянтам FO 4140 эта зависимость проявлялась в меньшей степени.
- Введение в технологическую схему очистки промывных вод фильтров, позволит исключить сброс в водные объекты, воды содержащие загрязнения.
- Сократить объемы воды, используемые для собственных нужд станции.
- В результатах представленного исследования заинтересованы представители Тюменского и Курганского водоканалов, для применения на практике усовершенствований схем водоподготовки, построенных в 70-х годах.

Список литературы

1. Пазенко Т.Я. Обработка промывных вод фильтров водоподготовки / Т.Я. Пазенко, А.Ф. Колова // Известия вузов. Строительство. – 2010. – № 9. – С. 65-68.
2. Драгинский В.Л. Обработка промывных вод фильтров водоочистных станций / В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева // Водоснабжение и санитарная техника. – 2005. – № 8. – С. 25-31.
3. Карюхина Т.А., Чурбанова И.Н. Химия воды и микробиология. – М.: Стройиздат, 1995. – 208 с.
4. Драгинский В.Л. Особенности применения коагулянтов для очистки природных цветных вод / В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева // Водоснабжение и санитарная техника. – 2008. – № 1. – С. 9-15.
5. Возная Н.Ф. Химия воды и микробиология. – М.: Высшая школа, 1979. – 344 с.
6. Вольф И.Н., Ткаченко Н.И. Химия воды и микробиология природных и сточных вод. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1973. – 238 с.
7. Драгинский В.Л. Коагуляция в технологии очистки природных вод / В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева, С.В. Гетманцев. – М., 2005. – 576 с.: ил.
8. Водное хозяйство промышленных предприятий. Флокулянты. Т.(часть 6): справочное издание. – Изд. Теплотехник. – 2008.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МИЦЕЛЛООБРАЗОВАНИЯ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ НЕИОНОГЕННЫХ ПАВ МЕТОДОМ РЕЛЕЕВСКОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА

Османов С.В., Персиянова М.А.

Армавирский механико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», Армавир, e-mail: fox_small@inbox.ru

Коллоидно-мицеллярные растворы ПАВ являются термодинамически устойчивыми и равновесными системами, поэтому для их описания может быть использован термодинамический метод.

Исходя из псевдофазной модели [1], которая наиболее обоснована экспериментально и, считая мицеллу фазой чистого ПАВ, а критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ) как концентрацию насыщения молекулярно-дисперсных частиц, для разбавленных водных растворов ПАВ можно получить выражение

$$\Delta G^0 = RT \ln C_k \quad (1)$$

где ΔG^0 – изменение стандартной энергии Гиббса; R – универсальная газовая постоянная; T – абсолют-

ная температура раствора; C_k – критическая концентрация мицеллообразования (ККМ).

Энтальпию мицеллообразования ΔH_M^0 можно определить из температурной зависимости ККМ в соответствии с уравнением Вант-Гоффа, допуская независимость размера мицелл от температуры

$$\frac{d \ln C_k}{dT} = \frac{\Delta H_M^0}{RT^2} \quad (2)$$

Полагая в (2) $\Delta H_M^0 = const$ и выполняя интегрирование, получим

$$\ln C_k = \frac{\Delta H_M^0}{RT} + const \quad (3)$$

Изменение энтропии при мицеллообразовании можно рассчитать, пользуясь выражением

$$\Delta S_M^0 = \frac{\Delta H_M^0 - \Delta G_M^0}{T} \quad (4)$$

Расчеты стандартных термодинамических потенциалов мицеллообразования на основании экспериментальных определений величин C_k и T с использованием соотношений (1), (3) и (4) позволяют оценить энергетику процесса мицеллообразования и взаимодействия молекул ПАВ с растворителем.

В данной работе исследовали релеевское рассеяние света (РРС) в водных растворах ПАВ. Для исследования процессов мицеллообразования в водных растворах были выбраны неионогенные ПАВ с общей формулой



Эти ПАВ представляют собой оксиэтилированные производные М – изонилфенола с различной степенью оксиэтилирования ($n_e = 4,6,10,12$ и содержат ~ 98% активного вещества, в основном соответствующего общей формуле [2, 3].

Результаты расчета термодинамических параметров процесса мицеллообразования в водных растворах ПАВ представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты расчета термодинамических параметров процесса мицеллообразования в водных растворах ПАВ

n_e	T, К	$-\Delta G_M^0$, кДж/моль	ΔH_M^0 , кДж/моль	$T \cdot \Delta S_M^0$, кДж/моль	ΔS_M^0 , Дж/(моль·К)
4	293	23,3	0,40	23,7	80,9
	313	24,9		25,3	80,8
	333	26,5		26,9	80,8
	353	28,0		28,4	80,5
6	293	24,4	0,83	25,2	86,0
	313	26,2		27,0	86,3
	333	27,9		28,7	86,2
	353	29,6		30,4	86,1
10	293	17,1	1,04	18,1	61,9
	313	18,3		19,3	61,8
	333	19,5		20,5	61,7
12	293	16,5	3,52	20,0	68,3
	313	17,8		21,3	68,1
	333	19,3		22,8	68,5
	353	20,6		24,1	68,3

При расчете термодинамических параметров использовали соотношения (1), (3) и (4). Изменение стандартного потенциала Гиббса ΔG_M^0 при переходе молекул ПАВ в мицеллярное состояние (в расчете на 1 моль) определялось с помощью выражения (1). Величину энтальпии мицеллообразования находили по

тангенсу угла наклона прямой, которая выражает зависимость $\ln C_k$ от T^{-1} (см. уравнение (3)). Изменение энтропии процесса мицеллообразования рассчитывали по формуле (4).

Как видно из таблицы 1 энтальпия мицеллообразования ПАВ ($A\Phi_9 - 4$, $A\Phi_9 - 6$, $A\Phi_9 - 10$, $A\Phi_9 - 12$) в воде положительна, т.е. процесс агрегации молекул в мицеллы идет с поглощением тепла. Изменение энтропии также положительно, но при этом энтропийное слагаемое $T \cdot \Delta S_M^0$ по абсолютной величине превышает изменение энтальпии, что обеспечивает во всех случаях, в соответствии с уравнением (4), отрицательное значение изменения термодинамического потенциала Гиббса в процессе мицеллообразования. Таким образом, решающую роль в протекании самопроизвольной ассоциации молекул исследованных ПАВ в воде играет энтропийный вклад в изменение потенциала Гиббса. Это обусловлено уменьшением структурированности воды в результате уменьшения термодинамически невыгодных контактов углеводородных радикалов с водой и уменьшением гидратации полярных групп.

Список литературы

1. Шинода К., Накагава Т., Тамамуси Б., Исекура Т. Коллоидные поверхностно-активные вещества. – М.: Мир, 1966. – С. 38.
2. Слюсарев А.В., Персиянова М.А. Определение критической концентрации мицеллообразования в водных растворах ПАВ методом релеевского рассеяния света // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – №9.
3. Слюсарев А.В., Персиянова М.А. Определение средней мицеллярной массы в водных растворах ПАВ методом светорассеяния // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – №9.

ПРИМЕНЕНИЕ ЩЕЛОЧНЫХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СМАЗОК

Суровяткина Д.Г., Семенова И.В.

*Московский государственный
машиностроительный университет (ММИИ),
Москва, e-mail: dasha00007@mail.ru*

В процессе производства изделий из металлов требуется использование смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ). Для проведения последующих операций остатки СОЖ и другие загрязнения должны быть удалены, т.е. изделия необходимо обезжирить. Для обезжиривания могут применяться различные средства:

1. Органические растворители (сольвент, керосин, уайт-спирит). Хорошо растворяют загрязнения как органического, так и минерального происхождения, легко удаляют толстые слои консервационных смазок. Достигается высокая степень очистки поверхности. Однако их применение ограничивается пожароопасностью и токсичностью.

2. Хлорированные и фторированные углеводороды (трихлорэтилен, метилхлороформ, хладон 113). Высокоэффективны для удаления СОЖ, хорошо смачивают поверхность, взрыво- и пожаробезопасны, загрязненный растворитель легко очищать. Недостатком являются высокая токсичность, требования по особой конструкции оборудования (н-р, герметичные камеры для обработки парами растворителя) и мер по утилизации, а также высокая стоимость.

3. Синтетические моющие средства (СМС) щелочного и кислотного характера в последние годы широко распространены для обезжиривания металлов. Они содержат в составе поверхностно-активные вещества (ПАВ), электролиты, комплексоны. Все щелочные СМС относятся к малотоксичным веществам, неогнеопасны, высокотехнологичны, часто полностью подвергаются биораспаду, обладают высокой

обезжиривающей способностью. Метод обезжиривания и рабочие параметры определяются индивидуально в зависимости от загрязненности изделий, их материала и конфигурации. Однако применение щелочных моющих композиций также влечет обилие сточных вод, которые нуждаются в дорогостоящей очистке.

ООО «ЭЛЕМАШ-СПЕЦТРУБПРОКАТ» (г. Электросталь) специализируется на изготовлении трубной продукции из нержавеющей марки стали, спелсталей и сплавов, сплавов на основе титана. В технологическом процессе важное значение имеет операция обезжиривания наружных и внутренних поверхностей труб от технологических смазок перед последующей термической обработкой, при этом используются технологические смазки на масляной, хлорпарафиновой и водной основах. Обезжиривание труб производится с помощью синтетических щелочных моющих средств. Качество изделий зависит от полноты удаления загрязнений с поверхности.

При использовании щелочных моющих средств неизбежно возникает ряд технологических проблем. Это недостаточное качество очистки поверхности, налет или пятна после обработки, обилие пены, короткий срок службы раствора в ваннах, потенциальный вред для персонала и необходимость использования большого ассортимента средств для различных технологических задач.

Для решения подобных проблем ООО «ЭЛЕМАШ-СПЕЦТРУБПРОКАТ» в 2014 году привлекло ООО «ЕСТОС Техно» (г. Электросталь) для разработки рецептур моющих композиций, которые будут оптимально обеспечивать обезжиривание труб различного сортамента. ООО «ЕСТОС Техно» с 1993 года производит индустриальные моющие средства для различных отраслей промышленности, включая металлургию, машиностроение, нефтедобывающую промышленность.

Рассмотрим типовые проблемы и пути их решения:

1. Недостаточное качество очистки поверхности.

Моющее действие в щелочных СМС обеспечивается ПАВ, являющиеся основными компонентами композиций. При контакте моющего средства и загрязнителя происходит смачивание загрязнителя, на поверхности образуется адсорбционный слой, затем за счет сил поверхностного натяжения происходит вытягивание загрязнителя вместе с углеводородным радикалом ПАВ в раствор. Загрязнитель измельчается, гидрофилизуется и стабилизируется в растворе. В щелочной среде некоторые ПАВ теряют устойчивость. Для достижения наилучшего качества обезжиривания нужно сочетание в одной композиции маслорастворимых и водорастворимых ПАВ, устойчивых в щелочной среде.

2. Порошковый налет или пятна после обработки.

В случае недостаточной смываемости средства на поверхности будет оставаться пленка, которая приводит к возникновению налета и пятен. Введение легких растворителей, н-р, класса лактамов, помогает существенно увеличить смываемость средства.

3. Обилие пены.

Применение пеногасителей, н-р, силиконовых, ограничивается тем, что они способны образовывать пленку на поверхности очищаемых изделий, что снижает качество обезжиривания. Для предотвращения этого используются низкопенные ПАВ, а также возможно использование растворителей в небольшом количестве, н-р, изопропилового спирта, которые существенно снижают пенообразование.

4. Короткий срок службы раствора в ваннах.

Короткий срок службы обусловлен, во-первых, ограниченной маслосмываемостью средств, во-вторых,

как и всякий коллоидный раствор моющее средство имеет ограниченный срок годности. Маслосемкость увеличивается введением масластворимых ПАВ и сорбаторов, н-р, бутилдигликоля.

5. Потенциальный вред для персонала.

Для предотвращения возможного вреда водородный показатель рН моющего средства не должен превышать 11. При этом ванны должны быть оснащены надлежащей вентиляцией, а сотрудники обеспечены средствами индивидуальной защиты.

6. Необходимость использования большого ассортимента средств для различных технологических задач.

Данная проблема является актуальной во всех случаях, так как универсальное моющее средство для всех загрязнений подобрать крайне сложно. ООО «ЕСТОС Техно» создает рецептуры многофункциональных композиций, которые эффективно удаляют загрязнения как органического, так и неорганического характера, препятствуют последующей ресорбции загрязнений, умягчают воду защищают поверхность от коррозии. Многофункциональность достигается сочетанием ПАВ различных классов, комплексонов и неорганических добавок.

7. Обеспечение экологической безопасности.

При использовании щелочных моющих средств образуется большое количество отработанного раствора. В качестве одной из мер по утилизации применяют отказ от использования в рецептурах вредных и опасных веществ. Однако отработанный раствор кроме моющего средства содержит в большом количестве органические масляные загрязнения и шлам, и должен быть очищен от них. Для этого применяют различные очистные установки, например, вакуумно-дистилляционные системы.

С учетом вышеперечисленных параметров было успешно разработано несколько рецептур моющих средств, которые в настоящее время проходят испытания в условиях ООО «ЭЛЕМАШ-СПЕЦТРУБПРОКАТ» для последующего внедрения в производство.

Список литературы

1. Николаев П.В., Козлов Н.А., Петрова С.Н. Основы химии и технологии производства синтетических моющих средств: учебное пособие. – Иваново, 2007.
2. Современные методы подготовки поверхности металла перед окраской. – URL: <http://galpowder.ru>.

АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ГЕТЕРОЦИКЛЫ – ЭФФЕКТИВНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Томаева М.Э., Рамонова И.А., Газзаева Р.А.

Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ, e-mail: m.t.17@bk.ru

В настоящее время проблема создания современной отечественной химико-фармацевтической индустрии выдвигается в ряд важнейших элементов национальной безопасности, а разработка эффективных методов синтеза биологически активных соединений рассматривается в качестве одной из приоритетных задач в развитии базовых технологий химико-фармакологической промышленности.

Обладая разнообразной биологической активностью, многие азотсодержащие гетероциклы удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым в настоящее время для создания экологически чистой продукции в решении проблем окружающей среды [1]. Они безвредны, устойчивы и удобны в хранении, в процессе их синтеза не используются и не образуются вредные побочные продукты.

Нами получены дизамещенные 3,4-дигидропиридоны (циклоизомеризацией δ -кетонитрилов и нача-

ты исследования биологической активности. Проводятся работы и по возможности использования синтезированных 3,4-дигидропиридонов в качестве антиокислительных присадок. Установлена высокая антиокислительная способность метилпиридонов.

Список литературы

1. Газзаева Р.А., Коблова Л.Б., Хабаева З.Г., Гаглоева М.Т. О превращениях феноксипроизводных циклопропанов в условиях реакции нитрозирования // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №6.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И УСЛОВИЙ ФОРМОВАНИЯ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ КЕРАМЗИТОВ

Торопков Н.Е., Кутугин В.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, e-mail: zerogooft@gmail.com

Одним из наиболее эффективных заполнителей для сборного бетона и железобетона является керамзит, получаемый вспучиванием глинистых пород во вращающихся печах. Производство качественного керамзита из наиболее распространенных глинистых пород часто осложняется несоответствием физико-химической природы вспучивания сырья технологии его обжига.

Процесс получения керамзита складывается из стадий приготовления исходной формовочной смеси, формования сырых гранул, их сушки и вспучивания при обжиге. Каждая из этих стадий оказывает сильное влияние на качество и свойства получаемого керамзита. Необходимо отметить, что наиболее изученной из этих стадий является стадия поризации гранул, для которой установлен механизм и физико-химические основы процесса. Значительно меньше уделено внимания в технической литературе процессу пластического формования гранул и сушке сырцовых гранул, оптимальное проведение которого позволит реализовать возможность получения сырых гранул с диаметром 3–5 мм. Для этого необходимо знать формовочные свойства глин, зависимости удельного давления формования и объемного фазового состава от влагосодержания массы.

Считается, что ввиду малости размеров в гранулах не возникает опасных напряжений, которые способны привести к значительным разрушениям. И если все же это происходит, то, по мнению ряда специалистов, не является серьезным нарушением технологии, поскольку образовавшиеся мелкие кусочки также вспучиваются. Практика, однако, показывает, что разрушение гранул, образование мелочи дестабилизирует процесс обжига, вынуждает снижать температуру вспучивания, что в конечном итоге ведет к повышению плотности заполнителей. Трещины, возникающие в гранулах по той же причине добавляют дополнительные дефекты, снижая их прочность. Все это является неприемлемым для технологии высококачественного заполнителя.

Существование различных мнений о причинах вспучивания и порообразования в глинистом сырье при его высокотемпературной термической обработке для получения керамзитового гравия, противоречивость некоторых из этих мнений свидетельствуют о недостаточной изученности основных физико-химических факторов вспучивания и порообразования.

Наши исследования закономерностей, контролирующих вспучивание глин, были направлены на исследование прямой зависимости состава полиминер-

ральных глин и условий формирования на вспучиваемость и порообразование.

Цель работы – исследование влияния физико-химических критериев на поризационную способность глинистого сырья при производстве керамзита.

Минеральный состав пород устанавливался в результате комплексных исследований. Для исследования были взяты красножгущиеся глины 13 месторождений: 11 с территории Томской области и 2 с близлежащих областей, с различным минеральным составом, который представлен в таблице 1.

Особенностью химического состава глин является небольшое содержание оксида железа – до 6,00%.

Грансостав глин данных месторождений схожи и характеризуются небольшим содержанием крупных частиц (1–0,05 мм), высоким содержанием пылеватых частиц (0,05–0,005 мм) и невысоким содержанием частиц тонких фракций. Суммарное содержание частиц размером менее 0,001 мм составляет не более 19,52% (наибольшее значение у Корниловской глины). По классификации В.В. Охотина данные глины можно отнести к пылеватым. Число пластичности глин составляет 7–14.

Проведенные исследования глин при одинаковых условиях формирования показывают, что глины, содержащие более 65% SiO₂, в большинстве случаев непригодны для производства керамзита. По мере увеличения содержания SiO₂ и уменьшения содержания Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, Na₂O и K₂O вспучиваемость глинистых пород уменьшается.

Большое количество кварца в глинистых породах, особенно в крупных зернах, ухудшает вспучиваемость глин. Частично оплавленные крупные зерна

кварца, вкрапленные в материале стенок ячеек, ухудшают структуру, увеличивают объемный вес образцов, повышают их хрупкость.

Обилие кварца характерно для томских глин Верхового и Октябрьского месторождений.

Присутствие в глинистых породах 10-12% мелкодисперсного кварца существенно не влияло на вспучиваемость глин при обжиге. Также были проведены ряд экспериментов по отмучиванию глины, для уменьшения содержания кварцевых включений, которые показали, что с уменьшением содержания кварца, конечная плотность вспученных материалов уменьшается.

Из литературных данных известно, что большинство хорошо вспучивающихся глин и сланцев содержит 17-22% Al₂O₃. По мере уменьшения содержания Al₂O₃ вспучиваемость глин резко снижается. С понижением содержания окислов железа вспучиваемость глин заметно уменьшается. Характерно, что снижению вспучиваемости глинистых пород отвечает увеличение отношения Fe₂O₃:FeO. Абсолютное содержание закиси железа падает. В глинистых породах с высокой вспучиваемостью Fe₂O₃ обычно преобладает над FeO. Установлено, что по мере снижения способности к вспучиванию в длинах заметно уменьшается содержание MgO, введение которого в смеси с содой в некоторые тугоплавкие и огнеупорные глины, наоборот, вызывает их вспучивание при обжиге.

На фотографиях, полученных на микроскопе JCM-6000 JEOL с микроанализатором JEOL представлены образцы обожженные при температуре 1200 °C в течение 5 минут.

Таблица 1

Химический состав красножгущегося глинистого сырья

Шифр пробы	Месторождение глинистого сырья	Содержание оксидов, % масс							
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	D
Кемеровская область									
1	Ленинск-кузнецкое	68,26 74,10	11,22 12,18	5,57 6,05	3,58 3,89	2,12 2,30	0,60 0,65	0,77 0,84	7,88 -
2	Юргинское	62,12 68,60	13,77 15,21	4,76 5,26	4,20 4,64	0,99 1,09	4,72 5,21		9,44 -
Томская область									
3	Воронинское	62,65 69,09	14,76 16,28	4,76 5,25	3,48 3,84	2,92 3,22	1,36 1,50	0,75 0,83	9,32 -
4	Октябрьское	68,66 72,35	15,90 16,75	3,06 3,22	1,40 1,48	3,48 3,67	1,07 1,13	1,33 1,40	5,10 -
5	Верховое	65,84 70,77	14,28 15,35	4,76 5,12	4,20 4,51	2,45 2,63	0,62 0,67	0,89 0,96	6,96 -
6	Корниловское	63,70 69,56	12,75 13,92	5,16 5,63	3,50 3,82	3,48 3,80	2,99 3,26		8,42 -
7	Парабельское	65,12 69,74	14,21 15,22	4,74 5,08	2,79 2,99	3,22 3,45	1,67 1,79	1,62 1,74	6,63 -
8	Наумовское	64,79 69,23	14,99 16,02	6,00 6,41	2,29 2,45	1,94 2,07	1,60 1,71	1,98 2,12	6,41 -
9	Турунтаевское	62,68 69,96	14,89 16,62	4,68 5,22	2,71 3,02	1,92 2,14	1,74 1,94	0,98 1,09	10,40 -
10	Родионовское	63,96 69,76	13,26 14,46	3,99 4,35	4,95 5,40	1,26 1,37	2,24 2,44	2,03 2,21	8,31 -
11	Новорождественское	65,63 68,55	14,83 15,97	4,86 5,23	3,77 4,06	1,90 2,05	2,03 2,19	1,81 1,95	7,15 -

Примечание – в числителе значения в воздушно-сухом состоянии, в знаменателе – в прокаленном.

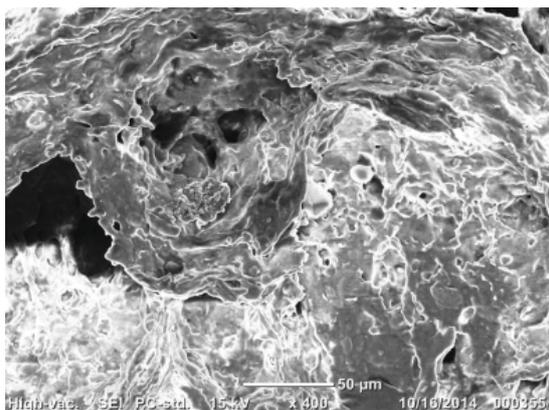


Рис. 1. Глина Октябрьского месторождения

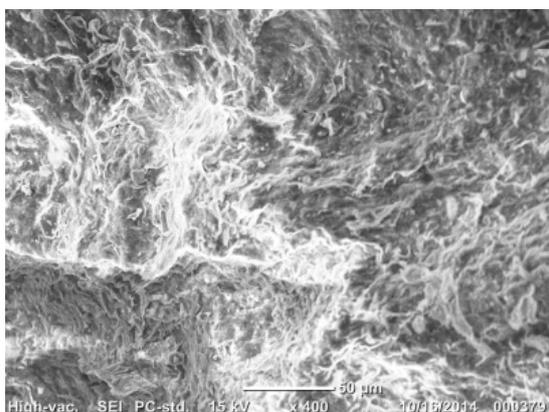


Рис. 2. Глина Корниловского месторождения

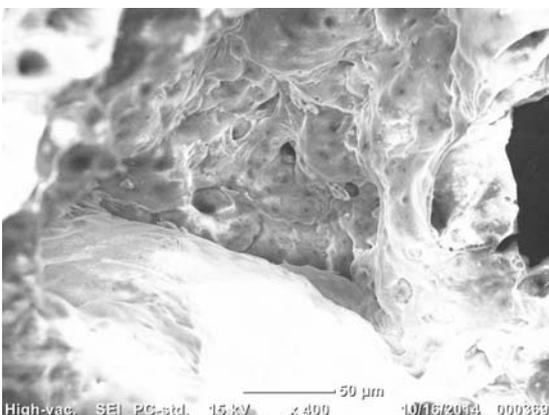


Рис. 3. Глина Воронинского месторождения

Как видно из фотографий, наиболее лучшие показатели по поризационной способности были получены у глины Воронинского месторождения. Также неплохие показатели у Корниловской глины, с которой работает ООО «ТЗСМИ»

Известно, что преобладающая часть глинистых пород, обнаруживающих высокую вспучиваемость, содержит небольшие количества окиси кальция (до 2-3,5%). Было выяснено, что по мере увеличения содержания CaO в глинах обжиг приготовленных из них гранул сырья резко ухудшается. Большинство исследованных глин и сланцев, обладающих высокой степенью вспучиваемости, содержат около 2,5-3% (K_2O+Na_2O). В некоторых хорошо вспучивающихся

глинах содержание этих окислов еще выше. Значительно ниже содержание K_2O Na_2O в глинистом сырье с малой степенью вспучиваемости. Химический состав глинистых пород, определяющий степень их легкоплавкости и дающий возможность судить о вязкости расплава при температурах вспучивания, сам по себе не может предопределить способность глинистого сырья к вспучиванию. Однако он дает возможность судить о непригодности некоторых категорий глинистых пород для производства керамзита. В результате ряда экспериментов были определены оптимальные содержания (в%) компонентов в глинистом сырье (в пересчете на прокаленное вещество):

SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃ + FeO	K ₂ O + Na ₂ O
55-65	16-20	2-3,5	2-3,5	6-12	2-4,5

Проведенный химический анализ содержания оксидов в основных глинах Томской и Кемеровской области представлен в таблице 1.

Установлено, что лучше всего вспучиваются глины гидрослюдисто-каолинитовые и гидрослюдисто-монтмориллонитовые месторождений Юргинское, Ново-рождественское, Родионовское и Корниловское, а также глина Тульской области с остатками белемнитов.

Исходя из выше сказанного, дальнейшие исследования проводились с глиной Корниловского месторождения, так как по минералогическим характеристикам она удовлетворительно подходит.

Особенностью химического состава глины является небольшое содержание оксида железа – до 5,15%.

Для более полного представления о свойствах глины определены максимальная гигроскопическая влажность $W_{гг} = 8,20\%$, максимальная молекулярная влажность $W_{мв} = 11,33\%$, удельная поверхность – $S_{уд} = 2500$ мг/см² (прибор ПСХ-2).

Как было выше замечено, что для получения удовлетворительных результатов по вспучиванию рекомендуется глинистое сырье с содержанием Fe₂O₃ в пределах 6–12%, поэтому для корректировки химического состава глины использовалась добавка – железистый шлам водоподготовки Томского водозабора. Данный шлам представляет собой суспензию оксидов железа (II) и (III) и имеет следующий состав Fe₂O₃=91,7% и FeO=8,3%

Нами был изучен химический и минералогический состав осадка станции обезжелезивания Томского водозабора. В таблице 2 приведены результаты анализа химического состава осадка водоподготовки станции обезжелезивания Томского водозабора по методике [2]. В среднем валовом составе преобладают оксиды железа (42 и 44%). Существенно более низки доли оксидов кремния (5,4 и 2,4%), кальция (4,2 и 2,8%) и магния (2,0 и 4,9%).

Таблица 2

Химический анализ железосодержащего осадка

% содержание					
SiO ₂	Fe ₂ O ₃ + FeO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	п.п.п.
2,43	44,05	н/о	2,8	4,90	10.02

Минералогический состав осадков определяли с помощью рентгенофазового анализа. Установлено, что в качестве основной фазы преобладают аморфные не закристаллизовавшиеся продукты. В виде кристаллической фазы идентифицируются в осадках α-гематит и кальцит. Близкий состав осадков наблюдали и другие исследователи [4].

Исследования показали, что введение железосодержащего осадка в сырьевую смесь в исследованных пределах содержания при получении керамзитового гравия приводит к росту пористости образцов, снижению плотности, что является весьма актуальным в производстве искусственных пористых заполнителей. Наиболее плотная структура отвечает образцам, содержащим наименьшее количество отходов – 5%. В таких образцах пористость развивается на границах глинистых частиц, где, по всей вероятности, концентрация оксидов железа, вводимых осадками сточных вод, наибольшая. При введении отходов в количестве от 10 до 15% характер пористости меняется. Поры более равномерно распределены по объему материала, появляются крупные пустоты размером до 1-2 мм. Однако при этом осадки сточных вод при их содержании более 10% уменьшают интервал вспучивания сырьевой смеси, что может отрицательно сказаться на проведении процесса обжига в заводских условиях.

Были определены показатели керамзита: насыпная плотность, гранулометрический состав, сопротивление раздавливанию и морозостойкость пористого заполнителя. Испытания показали, что по всем контролируемым параметрам материал соответствует требованиям ГОСТ 9758-2012. Потеря массы после 20 циклов попеременного замораживания и оттаивания составляет 0,83%, сопротивление раздавливанию – 3,9 Н/мм², насыпная плотность – 515-560 кг/м³, что значительно выше показателей образцов, синтезированных с использованием глин без добавок гальванических осадков сточных вод.

Анализ микроструктуры полученных материалов, представленной на рис. 4, показывает, что образцы керамзитового гравия обладают сложной нерегулярной структурой. Отдельные поры отличаются по форме, ориентации и кривизне поверхности. Преобладающий размер пор составляет 0,1 – 0,2 мм.

В качестве добавки, способствующей уменьшению вязкости расплава, использовался карбонат кальция в виде известковой муки. Общее содержание СаО в шихте составило 5%, что соответствует требованиям, предъявляемым к сырью для производства керамзита.

Так как основным поставщиком газовой фазы при поризации гранул являются продукты окислительно-восстановительных реакций, то для создания восстановительной среды внутри гранул, в состав шихты вводилась добавка мазута в количестве 4%.

При проведении экспериментов смесь из вышеуказанных компонентов тщательно перемешивалась

и увлажнялась для получения необходимой консистенции.

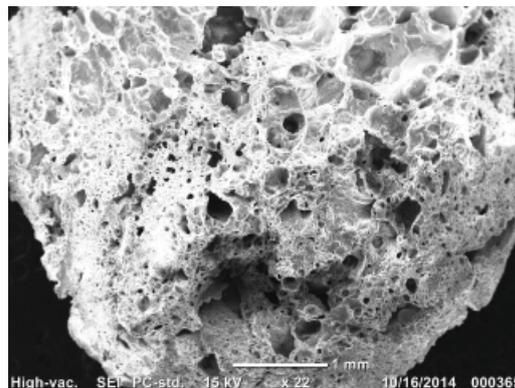


Рис. 4. Микроструктура образцов керамзитового гравия

Объемные деформации пластичных керамических масс по своей природе отличаются от объемных деформаций твердого тела.

Деформация пластичных керамических масс сопровождается изменением объемного фазового состава, который можно количественно определить по значениями K_T , K_G , $K_{ж}$.

Исследования были проведены с целью получения ряда зависимостей, определяющих формовочные свойства глиняной массы. Во-первых, это зависимости удельного давления прессования от абсолютной влажности массы и её предельного напряжения сдвига от влагосодержания.

Исследования были проведены с целью получения ряда зависимостей, определяющих формовочные свойства глиняной массы. Во-первых, это зависимости удельного давления прессования от абсолютной влажности массы и её предельного напряжения сдвига от влагосодержания.

Величина предельного напряжения сдвига предопределяет расход энергии при формовании и плотность получаемых заготовок изделий. Достижение большей плотности формовок возможно при меньшей влажности, но при этом увеличивается расход энергии на формование. Для управления процессом формования необходимо знать количественную взаимосвязь между всеми этими параметрами и объёмный фазовый состав массы при различных давлениях формования.

Таблица 3

Параметры, необходимые для управления процессом формования

W ABC, %	Давление прессования, кг/см ²	Предельное напряжение сдвига, кг/см ²	$\rho_{вл}$ кг/м ³	$\rho_{сух}$ кг/м ³	K_T	$K_{ж}$	K_G
12	256,0	189,04	2130	1903	0,746	0,228	0,026
13	200,0	122,32	2107	1865	0,731	0,242	0,027
14	120,0	77,84	2086	1829	0,717	0,256	0,027
15	72,0	61,16	2068	1798	0,705	0,270	0,025
16	57,6	38,92	2031	1751	0,686	0,280	0,034
18	25,6	22,24	1985	1682	0,659	0,302	0,039
20	12,8	11,20	1943	1620	0,635	0,324	0,041

Такие данные получены с помощью пресс-формы с боковым отверстием диаметром 3 мм, и с помощью капиллярного вискозиметра конструкции В.А. Лотова, в которых производилось уплотнение глиняной массы при различных влажностях и давлениях (табл. 3).

Различие между давлением прессования (пресс-форма) и напряжением сдвига (вискозиметр) можно объяснить большей величиной сил трения, возникающих на границе между пуансоном и матрицей пресс-формы. В вискозиметре контакт между коническим индентором и цилиндрической ёмкостью осуществляется по кольцевой линии, вследствие чего силы трения, возникающие в зоне контакта, будут минимальными, что повышает достоверность определений.

На основе этих данных получена зависимость объемной доли твердой фазы (K_t) от влагосодержания (W_a , отн.ед.), на основе которой определен показатель формуемости смеси Π_Φ :

$$\Pi_\Phi = \frac{\Delta W_a}{\Delta K_t} = \frac{0,2 - 0,12}{0,746 - 0,635} = 0,72, \quad (1)$$

Показатель формуемости свидетельствует о степени соответствия процессов уплотнения твёрдой фазы массы и фильтрационного перемещения жидкой фазы в структуре массы при воздействии внешнего давления. Так как значение изменяется в пределах 0,4-1,0, то можно сказать, что исследуемая масса обладает удовлетворительными формовочными свойствами.

Уравнение прессования для исследуемого суглинка можно представить в следующем виде:

$$\ln P = 10,05 - 37,48W_a, \quad (2)$$

Или исходя из эмпирической зависимости полученной по графику на рисунке 5 получаем:

$$K_t = 0,037 \ln P + 0,54, \quad (3)$$

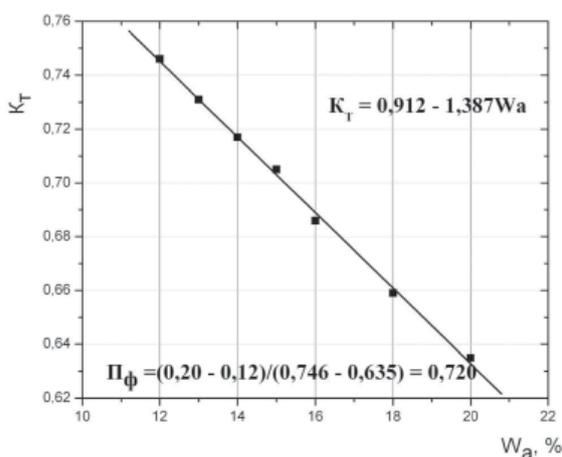


Рис. 5. Зависимость объемной доли твердой фазы от абсолютного влагосодержания

Из этих данных следует, что при получении плотных сухих гранул формирование гранул необходимо проводить при минимальной влажности и повышенных давлениях. В связи с тем, что формирующая решётка пресса должна иметь отверстия диаметром 3-5 мм, она будет оказывать большое сопротивление продвижению формовочной массы через такие отверстия. Частично решить эту проблему можно путём увеличения живого сечения решётки, однако при этом появляется проблема закупоривания отверстий различными включениями в формовочной массе. Поэтому,

только при использовании шнекового пресса со скользящей парой нож-решётка с четырёхлопастным ножом, содержащим одну подрезающую и три продавливающие лопасти, проблему пластического формования сырых гранул можно решить в полном объёме.

При изучении обжиговых свойств использовались гранулы диаметром 3 мм и длиной 3-5 мм, которые формовали методом пластического формования при удельном давлении 2 МПа и абсолютной влажности массы 15%.

Обжиг гранул проводили в лабораторной печной установке с фонтанирующим (кипящим) слоем. Печь представляла собой вертикальную трубчатую шахту, выполненную из кварцевого стекла с расположенной в нижней части беспровальной распределительной решеткой. Сухие гранулы загружались в печь небольшими порциями через верхнюю часть трубы. Ожижающей средой служили дымовые газы, подаваемые в печь из топочной камеры.

Гранулы при обжиге вспучивались, и после достижения определенной плотности, выносились из аппарата восходящими потоками теплоносителя.

После обжига был получен мелкозернистый керамзит в виде овальных и округлых зерен размером до 10 мм. Длительность пребывания гранул в печи составляла 3-4 мин при температуре 1030-1050°C, охлаждение образцов производилось при комнатной температуре.

Гранулы керамзита после обжига приобретали темно-коричневый цвет, имели плотную, спекшуюся корку, частично оплавленную с поверхности, обладали сложной нерегулярной структурой со средним размером пор 0,1-0,3 мм, рисунок 6.

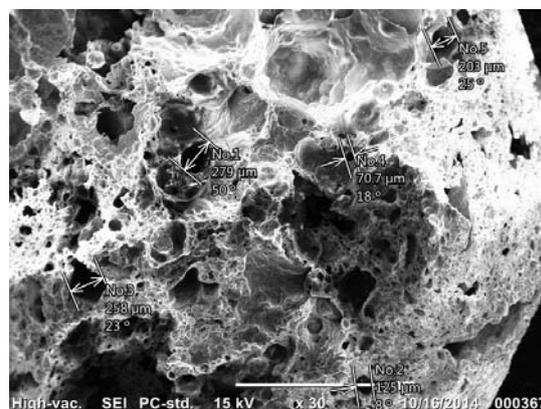


Рис. 6. Микроструктура керамзитового гравия

В процессе выполнения работы определялся объемный фазовый состав исходных и обожженных гранул. При расчете фазового состава исходили из положения, что сумма объемных долей твердой жидкой и газообразной фаз равна единице:

$$K_t + K_{ж} + K_2 = 1$$

Результаты определений представлены в таблице 4.

Таблица 4

Фазовый состав материала на различных стадиях процесса

Этапы приготовления	K_t	K_2	$K_{ж}$
Исходная масса	0,62	0,23	0,15
Сформованные гранулы	0,80	0,05	0,15
Высушенные гранулы	0,73	0,23	0,03
Вспученные гранулы	0,15	0,85	0,00

Таким образом, на основе исследуемого суглинки можно получать керамзитовый гравий с насыпной плотностью 300-350 кг/м³ при коэффициенте вспучивания 4,86, который определяется из соотношения значений $K_{\text{в}}$ вспученных и сухих гранул. Установлено, что использование объёмных фазовых характеристик позволяет контролировать технологический процесс получения керамзита на различных стадиях.

Список литературы

1. Онацкий С.П. Производство керамзита. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1987. – 333 с.
2. Химический анализ и технология силикатов. Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу: «Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов». – Томск: Изд-во ТПУ, 1994. – 34 с.
3. Онацкий С.П. Выбор и оценка глинистого сырья для производства керамзита. – М.: Государственное издательство литературы по строительным материалам, 1957. – 20 с.
4. Лисецкий В.Н. Улавливание и утилизация осадков водоподготовки на водозаборах г. Томска. / В.Н. Лисецкий, В.Н. Брюханцев, А.А. Андрейченко. – Томск: Изд-во НТЛ, 2003. – 164 с.
5. Горшков В.С. Термография строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1968. – 238 с.
6. Колесников Е.А. Вспучивание легкоплавких глин // Стекло и керамика. – 1974. – № 5. – С. 28-30.
7. Левицкий И.А. Керамические материалы строительного назначения с использованием осадков сточных вод гальванического производства. Химическая технология и биотехнология новых материалов и продуктов. IV Международная конференция Российского химического общества им. Д.И. Менделеева: тезисы докладов: в 2 т. Т. 1. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева; ИФХЭ им. А.Н. Фрумкина РАН, 2012.
8. Лотов В.А. Технология материалов на основе силикатных дисперсных систем: учебное пособие. – Томск, 2006.
9. ГОСТ 9758-2012. Заполнители пористые неорганические для строительных работ.
10. Ревва И.Б. Строительная керамика на основе композиций легкоплавких глин с непластичными природными и техногенными компонентами: автореферат. – Томск, 2005.

УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ДЕЭМУЛЬГАТОРА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА РАЗРУШЕНИЯ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Филиппова Т.В., Мойзес О.Е.

Национальный исследовательский Томский
политехнический университет, Томск,
e-mail: tas9@sibmail.com

Развитие нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности напрямую связано с совершенствованием технологии нефтепереработки, разработкой и оптимизацией существующих процессов, обеспе-

чивающих улучшение технико-экономических показателей и качества нефтепродуктов. Одним из основных этапов при промышленной подготовке нефти является процесс обезвоживания, который осуществляется в результате разрушения водонефтяной эмульсии, в основном, с применением термохимических методов [1-3].

В связи с этим подбор наиболее эффективных деэмульгаторов с целью совершенствования процессов обезвоживания и обессоливания нефтей, является актуальной задачей.

Процесс обезвоживания включает стадии каплеобразования и отстаивания. Чем эффективнее прошел процесс каплеобразования, тем эффективнее будет разделение эмульсии на нефть и воду. Поэтому необходимо знать способы интенсификации этого процесса, и эффективность влияния различных технологических параметров на процессы каплеобразования.

В настоящее время необходимым этапом при решении задач анализа, оптимизации и повышения эффективности действующих установок промышленной подготовки нефти (УПН) является математическое моделирование. Поэтому целью данной работы является обработка и анализ экспериментальных данных по влиянию технологических параметров на процесс каплеобразования при движении эмульсии по трубопроводу и исследовании процесса с применением математической модели.

Нефти различных месторождений имеют различные физико-химические характеристики, и поэтому важной задачей является подбор деэмульгатора для наиболее эффективного процесса массообмена и последующего процесса коалесценции капель воды. Одним из основных параметров, характеризующих нефтяную эмульсию, является поверхностное натяжение. Теоретических зависимостей поверхностного натяжения от концентрации деэмульгатора практически не существует, поэтому для учета влияния концентрации деэмульгатора на процесс каплеобразования нами были проанализированы опытные данные влияния концентрации химического реагента на поверхностное натяжение для различного вида деэмульгаторов [4-11].

В результате обработки данных в программе Excel были получены функциональные зависимости влияния расхода деэмульгаторов на величину поверхностного натяжения (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость влияния расхода деэмульгаторов на величину поверхностного натяжения

Деэмульгаторы	Уравнения линий тренда	Величина достоверности
Раствор РМД-5 в дистил. воде	$y_1 = -91,067x^3 + 107,58x^2 - 40,764x + 5,133$	$R_1^2 = 0,9932$
Раствор РМД-5 в минер. воде	$y_2 = 9,575x^2 - 17,231x + 6,6608$	$R_2^2 = 0,9676$
Лапрол 5003 (1)	$y_3 = 41,234x^2 - 23,92x + 12,128$	$R_3^2 = 0,7710$
Лапрол 5003 (2)	$y_4 = 111,89x^2 - 71,444x + 15,764$	$R_4^2 = 0,6036$
Дипроксамин-157	$y_5 = -0,0004x^3 + 0,032x^2 - 0,9114x + 20,478$	$R_5^2 = 0,9726$
Реапон-4В	$y_6 = -0,0005x^3 + 0,0375x^2 - 0,959x + 20,683$	$R_6^2 = 0,9441$
Реагент [7]	$y_7 = 0,002x^2 - 0,4839x + 41,684$	$R_7^2 = 0,9243$
ЧАС-М марки Л1	$y_8 = -13,497x^3 + 50,341x^2 - 56,07x + 22,292$	$R_8^2 = 0,9587$
Нежеголь	$y_9 = -418,44x^3 + 720,66x^2 - 350,69x + 46,32$	$R_9^2 = 0,8175$
Реагент ЧАС-Л1	$y_{10} = -0,0025x^3 + 0,069x^2 - 0,6214x + 2,194$	$R_{10}^2 = 0,9972$
Диссолван	$y_{11} = 0,0058x^2 - 0,8632x + 76,046$	$R_{11}^2 = 0,9868$
Диссолван 4411	$y_{12} = 0,0008x^2 - 0,2741x + 31,189$	$R_{12}^2 = 0,9938$

С учетом полученных зависимостей был сформирован алгоритм и программный блок учета влияния концентрации деэмульгатора на поверхностное натяжение и введен в математическую модель и программу расчета процесса каплеобразования, разработанные на кафедре химической технологии топлива и химической кибернетики ТПУ [12, 13].

Модель позволяет рассчитать диаметр капли, линейную скорость, необходимую для формирования капли длину трубопровода и др. Диаметр капли в математической модели рассчитывается по методике Тронова В.П. [1]:

$$d_{\max} = 43.3 \cdot \frac{\sigma^{1.5} + 0.7 \cdot \mu_g \cdot u^{0.7} \cdot \sigma^{0.8}}{u^{2.4} \cdot \text{Re}^{0.1} \cdot \nu_{\text{см}}^{0.1} \cdot \rho_n \cdot \mu_n^{0.5}},$$

где d_{\max} – максимальный размер устойчивых капель; σ – поверхностное натяжение; μ_g , μ_n – динамическая вязкость воды и нефти соответственно; u – средняя линейная скорость потока; $\nu_{\text{см}}$ – кинематическая вязкость смеси; ρ_n – плотность нефти.

С применением математической модели выполнены исследования влияния концентрации химического реагента и расхода эмульсии на показатели процесса каплеобразования (рис. 1-3).

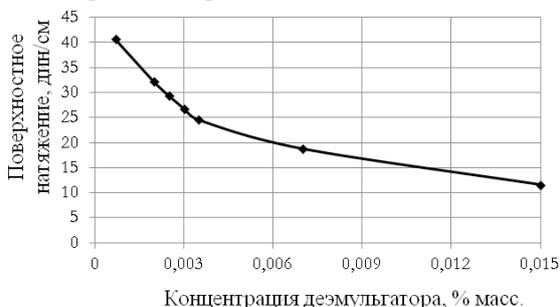


Рис. 1. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации деэмульгатора

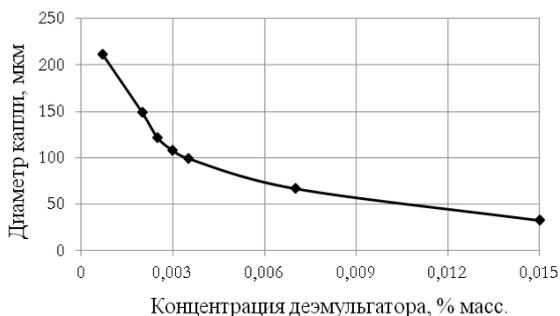


Рис. 2. Зависимость диаметра капли от концентрации деэмульгатора

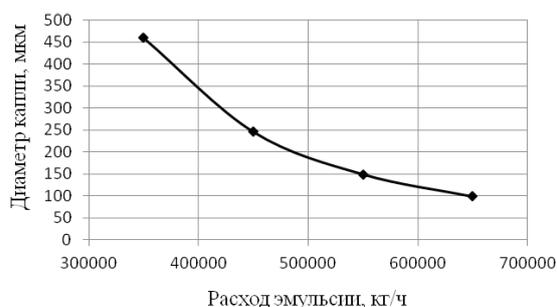


Рис. 3. Зависимость диаметра капли от расхода водонефтяной эмульсии

Не менее важным параметром при промышленной подготовке нефти является длина трубопровода, в котором протекает процесс коалесценции. Расчет длины коалесцирующей и массообменной секций трубопровода позволит определить необходимое место ввода деэмульгатора. На рис. 4 приведены результаты исследования влияния концентрации реагента на длину трубопровода, необходимую для эффективного процесса каплеобразования.

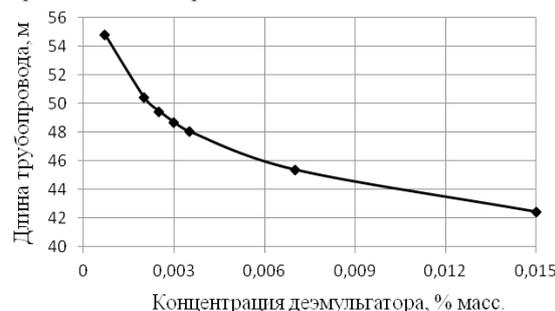


Рис. 4. Зависимость длины трубопровода от концентрации деэмульгатора

Исследования, выполненные с применением математической модели, показали: диаметр капель, поверхностное натяжение и длина трубопровода с увеличением концентрации деэмульгатора уменьшаются при прочих равных условиях. При концентрации реагента от 0,0007 до 0,015 % масс. диаметр капель уменьшается от 210 до 33 мкм, поверхностное натяжение снижается с 41 до 11,5 дин/см, а длина трубопровода изменяется от 54,8 до 42,4 м.

Анализ результатов влияния расхода эмульсии на диаметр капли показал, что с увеличением расхода эмульсии от 350000 до 650000 кг/ч диаметр капель уменьшается с 460 до 98,5 мкм. Следовательно, эффективность процесса каплеобразования и, в дальнейшем процесса отстаивания воды, снизится.

Таким образом, учет в математической модели влияния концентрации деэмульгатора на поверхностное натяжение позволит нам спрогнозировать влияние реагента на эффективность процесса каплеобразования при промышленной подготовке нефти и определить наиболее эффективные режимы процесса разрушения водонефтяной эмульсии.

Список литературы

1. Тронов В.П. Системы нефтегазосбора и гидродинамика основных технологических процессов. – Казань: Фэн, 2002. – 512 с.
2. Глаголева О.Ф., Капустина В.М. Технология переработки нефти: в 2-х частях. Часть первая. Первичная переработка нефти. – М.: Химия, 2007. – С. 275-287.
3. Пузин Ю.И. Практикум по химии нефти и газа: учебное издание. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2004. – 142 с.
4. Газизов А.Ш., Газизов А.А., Никифоров А.И., Никифоров Г.А., Муслимов Р.Х., Бахтеев Р.Х. Научно-технические основы создания энергосберегающих технологий для наращивания ресурсной углеводородной базы нефтеотдачи пластов // Нефтепромысловое дело. – 2010. – №4. – С. 10-20.
5. Афанасьев Е.С., Римаренко Б.И., Ясян Ю.П., Горлов С.Г. Исследование деэмульгирующей способности лапиров // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2011. – №2. – С. 31-36.
6. Шарифуллин А.В., Шарифуллин В.Н., Хуснуллин Р.Р., Байбекова Л.Р. Особенности турбулентных течений нефтяных эмульсий в присутствии полимеров и поверхностно-активных веществ // Технологии нефти и газа. – 2011. – №5. – С. 12-17.
7. Голубев М.В., Халикова А.И. Оптимизация процесса подачи деэмульгатора // Нефтегазовое дело. – 2004. – №2. – С. 80-83.
8. Игнатов А.Н., Селезнев А.А., Абдуллин Р.М., Кореняко А.В. Физико-химические и фильтрационные исследования гидрофобизирующих реагентов // Нефтепромысловое дело. – 2013. – №1. – С. 30-40.
9. Магадова Л.А., Ефимов М.Н., Ефимов Н.Н., Черыгова М.А. Управление технологическими свойствами углеводородных суспензий цемента с помощью композиции ПАВ // Технология нефти и газа. – 2011. – №2. – С. 25-29.
10. Пат. 2359994 Российская Федерация, МПК C10G33/04. Способ деэмульгирования нефти бинарным деэмульгатором / Роголев М.С.,

Магарил Р.З.; Патентообладатель: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тюменский государственный нефтегазовый университет». – № 2008113685/04; заявл. 07.04.2008; опубл. 27.06.2009, Бюл. № 18. – 6 с.

11. Пат. 2294956 Российская Федерация, МПК C10G33/04. Способ подготовки нефти с повышенным содержанием механических примесей / Гумеров А.Г., Карамышев В.Г., Холжаев В.В.; Патентообладатель: Государственное унитарное предприятие «Институт проблем транспорта энергоресурсов» ГУП «ИПТЭР». – № 2005128013/04; заявл. 07.09.2005; опубл. 10.03.2007, Бюл. № 7. – 6 с.

12. Kim S.F., Usheva N.V., Moyses O.E., Kuzmenko E.A., Samborskaya M.A., Novoseltseva E.A. Modelling of dewatering and desalting processes for large-capacity oil treatment technology // Procedia Chemistry. – 2014. – №10. – С. 448-453.

13. Ким С.Ф., Ушева Н.В., Самборская М.А., Мойзес О.Е., Кузьменко Е.А. Моделирование процессов разрушения водонефтяных эмульсий для крупнотоннажных технологий подготовки нефти // Фундаментальные исследования. – 2013. – №8. – С. 626-629.

РАДОН В ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ПИЙ-ХЕМСКОГО РАЙОНА

Хомушку Ч.О.

Тувинский государственный университет, Кызыл,
e-mail: olgatuva@yandex.ru

Целью данного исследования явилось исследование содержания радона-222 в жилых помещениях Пий-Хемского района Тувы. Инструментальную основу мониторинговых наблюдений составил прибор PPA-01M-03, который в автоматическом режиме с периодичностью 65 мин закачивал воздух, производил замеры [1-5]. В ходе исследования в 2014 году обследо-

дованы населенные пункты: Сушь (2 измерения: максимальная объемная активность (ОА)-403+80 Бк/м³); Уюк (2 измерения: максимальная ОА-476+90 Бк/м³); Туран (3 измерения: максимальная ОА-324+68 Бк/м³); Хадын (3 измерения: максимальная ОА-297+62 Бк/м³); Аржаан (1 измерение: максимальная ОА-244+53 Бк/м³).

Выводы

1. Обследованы уровни накопления радона-222 в помещениях жилых помещений населенных пунктов Пий-Хемского района.

2. Максимальная объемная активность радона (476+90 Бк/м³) установлена в помещении частного дома в поселке Уюк.

Список литературы

1. Кендиван О.Д.-С., Ховалыг А.А. Процессы накопления радона-222 в помещениях, расположенных в сейсмоактивных зонах Тувы (на примере Монгун-Тайги) // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11 (часть 7). – С. 1344-1346.

2. Кендиван О.Д.-С., Куулар А.Т. Объемная активность радона в воздухе зданий дошкольных учреждений Кызыла // Вестн. Омского университета. – 2014. – № 2. – С. 76-78.

3. Кендиван О.Д.-С., Биче-оол С.Х., Монгуш С.Д. Исследование содержания радона в жилых помещениях Улуг-Хемского района Республики Тыва // Фундаментальные исследования. – 2014. – №9 (часть 6). – С. 1242-1244.

4. Кендиван О.Д.-С., Биче-оол С.Х., Монгуш С.Д., Соднам Н.И., Ооржак У.С., Монгуш О.М. Процессы накопления радона-222 в помещениях, расположенных в сейсмоактивных зонах Тувы (на примере Бай-Тайгинского района) // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9 (часть 5). – С. 1019-1022.

5. Кендиван О.Д.-С., Ховалыг А.А. Экологическая оценка жилых помещений Мугур-Аксы на содержание радона // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 3. – С. 182.

Секция «Актуальные вопросы современной химической науки и образования» научный руководитель – Кубалова Людмила Муратовна, канд. хим. наук, доцент

ИЗУЧЕНИЕ КВАЗИБИНАРНОГО РАЗРЕЗА K_2Bi_5-LiI ТРЕХКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ $Bi_3-LiI-KI$

Базаева Д.А., Дзеранова К.Б.

Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ,
e-mail: kabaloev.1988@mail.ru

Методами ДТА и РФА изучена диаграмма плавкости K_2Bi_5-LiI трехкомпонентной системы $Bi_3-LiI-KI$. Определены температуры кристаллизации и составы расплавов, отвечающие характерным точкам – эвтектическим и переходным. Сделаны выводы об образовании двух конгруэнтно плавящихся соединений $LiK_4Bi_2I_{11}$ и LiK_2BiI_6 .

Разрез K_2Bi_5-LiI трехкомпонентной системы $Bi_3-LiI-KI$

По разрезу K_2Bi_5-LiI трехкомпонентной системы $Bi_3-LiI-KI$ синтезировано 20 образцов через 5 мол.%. Разрез пересекает поля первичной кристаллизации четырех фаз. Первичная кристаллизация K_2Bi_5 происходит в интервале 16–80 мол.% LiI. При охлаждении K_2Bi_5 ниже 238°C происходит совместная кристаллизация K_2Bi_5 и LiI, с образованием тройной эвтектики при 210°C.

Охлаждение образцов, составы которых находятся в поле первичной кристаллизации LiI приводит к совместной кристаллизации LiI и K_2Bi_5 в интервале ~20...~40 мол.% $LiK_4Bi_2I_{11}$ (2:1), причем при содержании K_2Bi_5 – 33,33 мол.%. Совместная кристаллизация заканчивается в тройной эвтектике при 210°C, а при содержании LiI > 33,3 мол.% – в тройной эвтектике при 220°C. Ниже 220°C кристаллизуется тройная эвтектика с твердыми фазами. В системе при 260°C происходит перитектическая реакция

$ж + LiK_4Bi_2I_{11} \rightarrow LiI + K_2BiI_5$
и выделяются соединения LiI и K_2BiI_5 . Тройная эвтектика кристаллизуется при 240°C.

Методом РФА исследованы галогениды висмутов, а также образцы состава: 20, 33,33, 40, 50, 60 мол.%. Полученные рентгенограммы, по значениям межплоскостных расстояний и по значению интенсивности линий отличаются от исходных компонентов, что подтверждает образование новых фаз.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ СЕЛЕНА И ЕГО СОЕДИНЕНИЙ

Боциев Т.О., Кубалова Л.М.

Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ, e-mail: kubal@front.ru

Массовая доля селена в организме человека составляет $10^{-5} - 10^{-7}\%$, что позволяет отнести его к микроэлементам. Вместе с тем, некоторые ученые считают его жизненно необходимым элементом. Селен поступает в организм с пищей. Суточная потребность человека в селене составляет около 100 мкг. Всасывание селена происходит в тонком кишечнике, где из растворимых соединений селена образуются соединения селена с метионином и цистеином. Концентрация селена в крови составляет 0,001-0,004 ммоль/л.

Селен, являясь химическим аналогом серы, входит в состав биосубстратов в степени окисления – 2. Установлено, что селен накапливается в ногтях и волосах, основу которых составляют серосодержащие аминокислоты цистеин и метионин. Очевидно, что при этом селен замещает серу в этих аминокислотах, превращая их в селеноцистеин и селенометионин.

Селен является элементом, выполняющим в организме многочисленные защитные функции. Селен – мощный антиоксидант, усиливающий иммунную защиту организма. Селен защищает организм от накопления продуктов окисления, способствующих окислительной деструкции клеточных и органоидных мембран. Установлена зависимость между высоким содержанием селена в пище и низкой смертностью от рака.

Хорошо известна способность селена предохранять организм от отравления соединениями ртути и кадмия. При дефиците селена в организме происходит усиленное накопление ртути, кадмия и мышьяка.

В медицине селен в виде селенита и селената натрия, селенистеина, селеносодержащих дрожжей применяют для профилактики и лечения ряда заболеваний. Селен оказывает лечебный эффект при кардиопатиях различной этиологии, при гепатитах, панкреатитах, заболеваниях кожи. Общеизвестна роль селена в профилактике и лечении злокачественных новообразований.

Список литературы

1. Скальный А.В. Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. – М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. – 272 с.
2. Ершов Ю.А., Попков В.А., Берлянд А.С., Книжник А.З. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. – М.: Высшая школа, 2007.

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ
ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ
В СИСТЕМЕ ХИМИЧЕСКОГО
И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Бурнацева А.А., Царахова Л.Н.

*Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ,
e-mail: kabaloev.1988@mail.ru*

Одним из направлений модернизации системы образования является развитие дистанционных форм, основанных на применении интернет-технологий. В задачу нашей работы входила оценка привлекательности для студентов этого способа получения знаний и сравнение результатов образовательного процесса с использованием и без использования дистанционного обучения.

Нами было проведено анкетирование студентов I курса химико-технологического и фармацевтического факультетов СОГУ, изучающих курс неорганической химии. Анализ показал, что значительная доля студентов (около 80%) считает дистанционное обучение необходимой формой получения знаний. Среди главных достоинств этой системы респонденты отмечают возможность получать образование в подходящее время и в удобном месте. Результаты контрольного тестирования показали, что средние оценки активных пользователей интернет-ресурсов значительно выше, чем оценки пассивных пользователей (таблица).

В результате проведенного исследования было установлено, что дистанционное обучение неорганической химии, как дополнительный компонент традиционной формы образования способствует повышению познавательной деятельности студентов на занятии, мотивации к учебной деятельности, к повышению качества обучения в целом.

**ГИДРОКСИДЫ ТИТАНА,
ИХ СВОЙСТВА И ПОЛУЧЕНИЕ**

Гаглоева Д.И., Неёлова О.В.

*Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ,
e-mail: kabaloev.1988@mail.ru*

Титан благодаря легкости, термической, механической и коррозионной стойкости – важный конструкционный материал. Титановые сплавы при температуре 300-350°C в 10 раз прочнее алюминиевых. Для титана наиболее характерна степень окисления +4, но известны также соединения Ti (III) и реже Ti (II). Так, для титана известны оксиды TiO, Ti₂O₃ и TiO₂. Титан в двух- и трехвалентном состоянии отличается высокой восстановительной способностью. В последние годы ведутся работы по изысканию способов получения и стабилизации соединений титана (II) и титана (III).

Из гидроксидов титана наиболее устойчив гидроксид титана (IV) белого цвета TiO₂·nH₂O. В зависимости от условий получения он может содержать переменные количества связанных с атомом титана групп-ОН, структурную воду, кислотные остатки и адсорбированные катионы. Структура гидроксидов формируется в результате сложных процессов гидролиза и поликонденсации. Гидроксид титана, иногда условно называемый «титановой кислотой», который образуется при гидролизе тетрахлорида титана в водном растворе аммиака, представляет собой комплексные частицы состава [Ti(H₂O)₃(OH)]³⁺. На следующей стадии гидролиза происходит поликонденсация ионов [Ti(H₂O)₃(OH)]³⁺ с образованием олигомерных гидроксо- и оксопроизводных. Такую свежесозданную титановую кислоту иногда называют альфа-титановой кислотой. Ее брутто-состав приближенно описывают формулой TiO₂·2H₂O или Ti(OH)₄. При осаждении на холоду она содержит большое число гидроксогрупп и поэтому является более реакционноспособной, амфотерна, причём и основные и кислотные свойства выражены очень слабо.

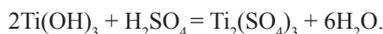
Ti(OH)₄ (альфа-форма) подвержен процессу старения, который происходит довольно быстро даже при комнатной температуре. Старение происходит за счет превращения гидроксильных мостиков в оксольные. Такой процесс называют оксоляцией. Ему способствует повышение температуры, увеличение концентрации солей титана, щелочная среда и длительное хранение раствора. Оксольный полимер (бета-титановая кислота TiO₂·nH₂O, n=1 или H₂TiO₃) содержит меньшее число ОН-групп и молекул воды, за счет до-

Оценка эффективности дистанционной системы обучения

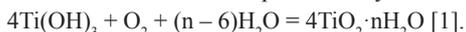
Факультет, I курс	Регулярно пользуются дистанционным обучением (ДО), %	Средний балл контрольного тестирования по неорганической химии (по 30-балльной шкале)	
		Активные пользователи ДО	Пассивные пользователи ДО
Химико-технологический	79	16,0	5,5
Фармацевтический	76	16,2	9,2

полнительных связей Ti-O-Ti между разными макромолекулами приобретает каркасное строение и поэтому отличается химической инертностью – не реагирует с растворами кислот и щелочей [1].

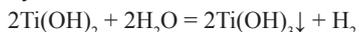
Гидроксид титана (III) $Ti(OH)_3$ – серо-фиолетовый осадок, не растворимый в воде, обладает только основными свойствами, т.е. не растворяется в щелочах, взаимодействует с кислотами, образуя соответствующие соли:



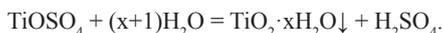
Соединения Ti (III) неустойчивы и являются восстановителями. Поэтому гидроксид титана (III) и его соли легко окисляются кислородом воздуха:



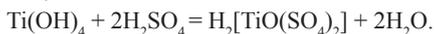
Гидроксид титана (II) $Ti(OH)_2$ образуется в виде черного осадка при обработке галогенидов титана (III) щелочами. Активный восстановитель. Легко окисляется в присутствии воды с выделением водорода:



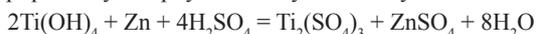
Экспериментально методом гидролиза $TiOSO_4$ горячей водой получен гидроксид титана (IV) в виде белого осадка:



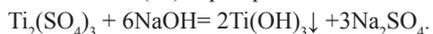
Опытным путем установлено, что гидроксид титана (IV) проявляет амфотерные, преимущественно основные, свойства:



При взаимодействии со щелочью осадок не растворяется. Это объясняется тем, что кислотные свойства гидроксида титана (IV) выражены очень слабо, и в условиях учебного лабораторного эксперимента не всегда удается их обнаружить даже у свежеосажденного $Ti(OH)_4$. Для получения соединений Ti (III) к полученному гидроксиду титана (IV) добавляли концентрированную серную кислоту и цинковую пыль:



При добавлении щелочи должен выпасть осадок гидроксида титана (III) серо-фиолетового цвета:



Однако выпал белый осадок, т.е. образуется гидроксид титана (IV). Это объясняется тем, что соединения Ti (III) неустойчивы, являются восстановителями и быстро окисляются на воздухе. Опытным путем доказано, что гидроксиды титана в низших степенях окисления в водных растворах неустойчивы, и в присутствии кислорода невозможно получить гидроксиды титана (III) и (II) из соединений титана (IV).

Список литературы

1. Неорганическая химия: в 3 т. / под ред. Ю.Д. Третьякова. Т. 3: Химия переходных элементов. Кн. 1: учебник для студ. высш. учеб. заведений / [А.А. Дроздов, В.П. Зломанов, Г.Н. Мазо, Ф.М. Спиридонов]. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.

ПРИМЕНЕНИЕ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ НА ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ СЕВЕРО-ОСЕТИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Гаева А.А., Кабанов С.В.

Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ,
e-mail: kabaloev.1988@mail.ru

Основой качественного образования является систематический контроль знаний на протяжении всего

учебного процесса. В СОГУ им. К.Л. Хетагурова с 2007 года введена балльно-рейтинговая система оценки и учета успеваемости, изменившая привычное представление студентов об учебе. В рамках этой системы оценка успеваемости студентов по неорганической химии осуществляется в виде текущего, рубежного и итогового контроля.

Рубежный контроль проводится два раза в семестр методом компьютерного тестирования. Банки тестовых заданий для рубежного контроля по неорганической химии разработаны с учетом стандартов качества программно-дидактических тестовых материалов.

Итоговый контроль знаний студентов осуществляется по накопительной системе суммирования баллов, полученных в результате текущего, рубежного и итогового контроля. Итоговый контроль по неорганической химии предусматривает сдачу экзамена в первом и во втором семестрах. Расчет экзаменационной оценки осуществляется по формуле:

Пересчет полученной суммы баллов в оценку производится по следующей шкале: «отлично» – 86-100 баллов, «хорошо» – 71-85 баллов, «удовлетворительно» – 56-70 баллов, «неудовлетворительно» – 55 баллов и менее.

Студенты, набравшие менее 36 баллов в сумме текущего и рубежного контроля, к сдаче экзамена во время сессии не допускаются.

Таким образом, применение балльно-рейтинговой системы оценки знаний студентов позволяет преподавателю более обосновано вывести итоговую экзаменационную оценку.

$T_1 + T_2 + \frac{P_1 + P_2 + \text{Э}}{2}$	Текущая работа	
	T_1	T_2
Баллы	0-20	0-20

$T_1 + T_2 + \frac{P_1 + P_2 + \text{Э}}{2}$	Рубежный контроль	
	P_1	P_2
Баллы	0-30	0-30

$T_1 + T_2 + \frac{P_1 + P_2 + \text{Э}}{2}$	Экзамен, Э	Рассчитанная сумма баллов
Баллы	0-60	0-100

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ПРЕПАРАТА ЛЕВОМЕКОЛЬ МАЗЬ

Гаспарян Л.Т., Дзеранова К.Б.

Северо-Осетинский государственный университет
м. К.Л. Хетагуров, Владикавказ,
e-mail: kabaloev.1988@mail.ru

Известно, что мази состоят из лекарственных препаратов, равномерно распределенных в них. Левомеколь мазь, обладающая противомикробным, противовоспалительным и улучшающим регенерацию тканей действием, представляет собой однородную мягкую массу и предназначается для наружного применения.

Цель работы – спектрофотометрическое изучение химического состава Левомеколя (фармакопейная статья предприятия ОАО «НижФарм»).

1 грамм Левомеколя содержит 7,5 мг хлорамфеникола (левомецетина) и 40 мг метилурацила. Выпускают мазь в алюминиевых тубах.

Для изучения подлинности комбинированного препарата Левомеколь мази нами из точной навески препарата приготовлен испытуемый спиртовой раствор (фармакопейная статья предприятия ОАО «Ниж-Фарм»). Оптические плотности полученного раствора измеряли на спектрофотометре марки СФ – 26 в УФ – спектре в кювете с толщиной слоя 10 мм при длинах волн 258 нм (D²⁵⁸) и 278 нм (D²⁷⁸), которые равны 0,1 и 0,44 соответственно. Параллельно в тех же условиях измерили спектры поглощений при длинах волн от 258 до 278 нм рабочего стандартного раствора, оптические плотности которых равны 0,88 и 0,34 соответственно. В качестве раствора сравнения использовали воду. Содержание метилурацила и левомицетина в процентах рассчитали по определенной формуле. Процентный состав: 4,08 % метилурацила и 0,73 % левомицетина.

По ГФ допустимые нормы равны: метилурацила от 3,6 до 4,4 %; левомицетина от 0,67 до 0,83 %.

Таким образом, количественное содержание метилурацила и левомицетина соответствует фармакопейным требованиям.

ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ АЛЮМИНИЯ

Гузитаева М.Ф., Неёлова О.В.

Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ,
e-mail: kabaloev.1988@mail.ru

Соли алюминия и сильных кислот хорошо растворимы в воде и подвергаются в значительной степени гидролизу по катиону, создавая сильнокислотную среду, в которой растворяются такие металлы, как магний и цинк. Нерастворимы в воде фторид AlF₃ и ортофосфат AlPO₄, а соли очень слабых кислот, например, H₂CO₃, H₂S вообще не образуются осадением из водного раствора.

Целью работы является: изучение литературных данных по гидролизу солей алюминия, расчет величины pH в растворах AlCl₃, приготовление 1, 0,1, 0,01 М растворов AlCl₃ и экспериментальное измерение величины pH с помощью pH-метра.

Экспериментально были приготовлены водные растворы хлорида алюминия из кристаллогидрата AlCl₃·6H₂O с молярной концентрацией 1, 0,1 и 0,01 моль/л. С помощью универсальной индикаторной бумаги и pH-метра-милливольтметра измерена величина pH в этих растворах. Теоретически рассчитана величина pH в растворах AlCl₃ по формулам:

$$pH = -\lg [H^+]; [H^+] = \sqrt{k_r \cdot c_{\text{соли}}};$$

$$k_r = k_{\text{H}_2\text{O}} / k_{\text{3 осн}}; k_{\text{3 осн}}(\text{Al}(\text{OH})_3) = 1,38 \cdot 10^{-9} [1].$$

Проведена сравнительная оценка теоретически вычисленных и экспериментально измеренных значений величины pH. Результаты расчетов и измерений приведены в таблице.

Теоретически вычисленные
и экспериментально измеренные
величины pH в растворах AlCl₃

Концентрация раствора AlCl ₃ , моль/л	Теоретическое значение pH	Практическое значение pH
1	2,57	2,51
0,1	3,07	3,12
0,01	3,57	3,50

Как видно из приведенных данных, результаты расчетов и измерений величины pH хорошо коррелируют между собой.

Список литературы

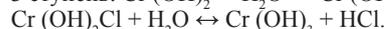
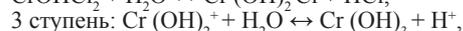
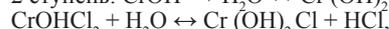
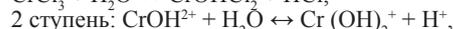
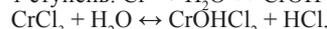
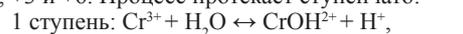
1. Ахметов Н.С. Лабораторные и семинарские занятия по общей и неорганической химии. – М.: Высшая школа, 2003. – 344 с.

ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ ХРОМА (III)

Дзапарова В.И., Неёлова О.В.

Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ,
e-mail: kabaloev.1988@mail.ru

Как многие элементы побочных подгрупп хром в соединениях имеет различные степени окисления: +2, +3 и +6. Процесс протекает ступенчато:



Целью работы является: изучение литературных данных по гидролизу солей хрома (III), расчет величины pH в растворах CrCl₃ с концентрацией 1, 0,1, 0,01 моль/л, приготовление растворов CrCl₃ и экспериментальное измерение величины pH с помощью pH-метра-милливольтметра марки pH-150-MB.

Теоретически рассчитана величина pH в растворах CrCl₃ по формулам:

$$pH = -\lg [H^+]; [H^+] = \sqrt{k_r \cdot c_{\text{соли}}};$$

$$k_r = k_{\text{H}_2\text{O}} / k_{\text{3 осн}}; k_{\text{3 осн}}(\text{Cr}(\text{OH})_3) = 1,02 \cdot 10^{-10} [1].$$

Проведена сравнительная оценка теоретически вычисленных и экспериментально измеренных значений величины pH. Результаты расчетов и измерений приведены в таблице.

Теоретически вычисленные
и экспериментально измеренные
величины pH в растворах CrCl₃

Концентрация раствора CrCl ₃ , моль/л	Теоретическое значение pH	Практическое значение pH
1	2,00	2,08
0,1	2,51	2,63
0,01	3,00	3,22

Как видно из приведенных данных, результаты экспериментальных измерений величины pH близки к теоретически рассчитанным значениям.

Список литературы

1. Ахметов Н.С. Лабораторные и семинарские занятия по общей и неорганической химии. – М.: Высшая школа, 2003. – 344 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КВАЗИБИНАРНОГО РАЗРЕЗА LiCdBi₆-Bi₃ ТРОЙНОЙ СИСТЕМЫ Bi₃-LiI-CdI₂

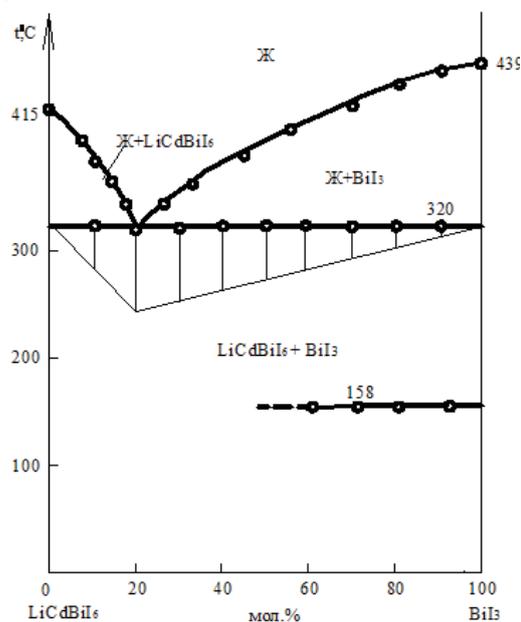
Дзасохова М.Г., Дзеранова К.Б.

Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ,
e-mail: kabaloev.1988@mail.ru

Методами дифференциального термического (ДТА) и рентгенофазового (РФА) анализов исследован разрез LiCdBi₆-Bi₃ тройной системы Bi₃-LiI-CdI₂. Диаграмма состояния является эвтектической с коор-

динатами эвтектики 20 мол.% BiI_3 и 410°C . Разрез является квазибинарным. Определены поля первичной кристаллизации фаз. Построена диаграмма состояния разреза, подтвержденная результатами рентгенофазового анализа.

Исследование разреза $\text{LiCdBiI}_6\text{-BiI}_3$ продолжает начатое изучение взаимодействия в тройной системе $\text{BiI}_3\text{-LiI-CdI}_2$, литературные данные о которой отсутствуют.



Соединение LiCdBiI_6 синтезировали из очищенных и обезвоженных иодидов лития и кадмия. Иодид висмута (III) использовали марки ч.д.а. Образцы вакуумировали в кварцевых ампулах, до остаточного давления 10^{-2} Па при $413\text{-}439^\circ\text{C}$ в течение суток. При исследовании образцов использовали метод ДТА, который проводили на термоанализаторе нового поколения «ДТА-850» с применением хромель-алюмелевой термпары. Эталонном служил прокаленный оксид алюминия. Скорость нагрева составляла 608 град/мин. РФА проводили на дифрактометре «Дрон-1» в CuK_α излучении с Ni-фильтром. Взаимодействие по разрезу $\text{LiCdBiI}_6\text{-BiI}_3$ изучали в интервалах концентраций от 0 до 100 мол.% BiI_3 . По результатам ДТА отожженных образцов построена диаграмма плавкости разреза $\text{LiCdBiI}_6\text{-BiI}_3$.

Из рисунка видно, что данный разрез является квазибинарным эвтектического типа, ликвидус состоит из двух ветвей, отвечающих кристаллизации $\text{LiCdBiI}_6\text{-BiI}_3$. Эвтектика имеет состав 20 мол.% BiI_3 при 320°C . Ниже температуры эвтектики еще существуют две твердые фазы LiCdBiI_6 и BiI_3 . Рентгенофазовое исследование образцов, содержащих 30 и 50% BiI_3 , показало наличие только двух фаз в системе, что подтверждают результаты ДТА.

МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Дзитоев Г.Р., Бигаева И.М.

Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ,
e-mail: kabaloev.1988@mail.ru

Магнитные материалы на основе редкоземельных металлов (РЗМ) и металлов триады железа использу-

ются для производства постоянных магнитов различного назначения. В последнее время все чаще встает вопрос о направленном синтезе магнитотвердых материалов на основе РЗМ. Однако теоретические основы и принципы разработки таких материалов пока еще отсутствуют, и необходимые данные можно получить, лишь экспериментально изучив характера взаимодействия металлов триады железа с редкоземельными металлами, особенно в областях интерметаллических соединений состава 2:17 и 1:5.

В настоящей работе было изучено при 800°K взаимодействие железа с иттрием и самарием в области составов более 75 атомных % железа и исследованы магнитные характеристики сплавов. Отмечена неограниченная растворимость соединений Y_2Fe_{17} и $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$ друг в друге.

Изучение магнитных характеристик сплавов самария и иттрия с железом показало, что интерметаллические соединения иттрия и самария с железом состава 1:5 и 2:17 являются ферромагнетиками и имеют самые высокие температуры Кюри (до $900\text{-}1000$ К), по сравнению с другими сплавами этой системы. Анализ результатов изучения намагниченности насыщения говорит о том, что сплавы из областей твердых растворов на основе составов 1:5 и 2:17 обладают наивысшими, по сравнению с другими составами, значениями намагниченности.

В перспективе – создание теоретических основ и принципов разработки магнитотвердых материалов на основе редкоземельных металлов с металлами триады железа.

Список литературы

1. Агаева Ф.А., Бигаева И.М. Фазовые равновесия и свойства сплавов самария с металлами триады железа и молибденом. – Владикавказ: Изд-во СОГУ, 2011. – 133 с.
2. Бигаева И.М., Агаева Ф.А. Взаимодействие иттрия с металлами триады железа и молибденом. – Владикавказ: Изд-во СОГУ, 2014.

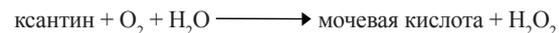
БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ МОЛИБДЕНА

Дыгова М.Р., Кубалова Л.М.

Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ, e-mail: kubal@front.ru

Молибден относится к эссенциальным (жизненно необходимым) микроэлементам. Соединения молибдена поступают в организм человека вместе с пищей в количестве $75\text{-}250$ мкг в сутки. Растворимые соединения легко всасываются из желудочно-кишечного тракта, а также абсорбируются из легких. Молибден входит в состав многих ферментов (ксантиндегидрогеназы, ксантиноксидазы, альдегидоксидазы, нитроредуктазы, сульфитоксидазы и др.), которые являются катализаторами окислительно-восстановительных процессов в растительных и животных организмах. Активные центры ферментов обычно содержат молибден, связанный с серой. Например, ксантиноксидаза – фермент, ускоряющий обмен сложных белков (в частности, пуриновый обмен):

ксантиноксидаза



Если мочевая кислота не успевает выводиться из организма, то её соли скапливаются в суставах и мышечных сухожилиях, вызывая подагру. Установлено, что недостаток молибдена в организме сопровождается уменьшением в тканях ксантиноксидазы, что приводит к образованию в почках ксантиновых камней. Кроме того, происходит накопление в организме меди вплоть до медной интоксикации. Основные проявления дефицита молибдена в человеческом организме – это повышенная возбудимость, раздражи-

тельность, нарушение зрительной адаптации к темноте («куриная слепота»), тахикардия.

Как лекарственные препараты соединения молибдена в медицинской практике не применяются. Однако в настоящее время ведется изучение эффективности тетрамолибдата аммония в терапии новообразований головного мозга и при мужском бесплодии. Имеются данные, что молибден играет важную роль в процессе включения фтора в зубную эмаль, а также в стимуляции процессов кроветворения.

Список литературы

1. Скальный А.В. Биозлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. – М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. – 272 с.
2. Чистяков Ю.В. Основы бионеорганической химии. – М.: Химия, КолосС, 2007. – 539 с.

КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ОБРАЗЦОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

¹Есиев Р.К., ¹Закаева Р.Ш., ²Исаева С.Э.

¹Северо-Осетинская государственная медицинская академия Минздрава России,

²Республиканский лицей искусств, Владикавказ, e-mail: kabaloev.1988@mail.ru

В данной статье проводится сравнительный анализ питьевой воды разных видов с помощью химического и органолептического анализов. Для обнаружения предполагаемых ионов в образцах воды были применены различные методы качественного анализа, а для определения общей и временной жесткости воды – титриметрический метод количественного анализа.

Вторым по значению свойством является способность воды растворять вещества. Вода – универсальный растворитель. Благодаря этому ее состав не исчерпывается формулой H₂O. В воде содержатся газы, основания, кислоты, соли и органические вещества [1].

Некоторые исследователи считают, что отмечаемое благоприятное влияние жестких вод на сердечно-

сосудистую систему обусловлено ионами магния, а ионы кальция способствуют уменьшению токсичности тяжелых металлов [6].

Длительное использование питьевой воды с нарушением гигиенических требований по химическому составу обуславливает развитие различных заболеваний у населения [8].

В связи с тем, что питьевая вода, подаваемая населению по водоводам распределительных систем, может не соответствовать установленным законодательством требованиям по СанПиН 2.1.4.1074-01 [7], многие производители выпускают бутилированную питьевую воду, для которой существует свой стандарт ГОСТ Р 52109–2003 [3].

Многие ученые и исследователи неоднократно обращались к теме соответствия потребляемой воды установленным нормам качества [2,5].

Целью данной работы являлось определить качество питьевой воды и соответствие её состава требованиям ГОСТа и СанПиНа.

Для исследования были взяты образцы воды питьевой:

- «Вон aqua».
- «Кисловодская курортная».
- «Джинал горная спорт».
- Питьевая вода из водовода городской распределительной сети г. Владикавказа.

Для всех образцов питьевой воды были определены органолептические показатели: прозрачность, мутность, цветность, наличие осадка, запах, вкус. Пробирочным методом определяли катионы: Ca²⁺, Mg²⁺ и анионы: CO₃²⁻, HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻. Капельным и микрокристаллоскопическим методом определяли наличие в образцах катиона K⁺ [4].

Результаты качественного исследования образцов питьевой воды сведены в таблицу 1.

Количественный анализ образцов питьевой воды проводили титриметрическим методом. Данные по результатам титрования сведены в таблицах 2, 3, 4.

Таблица 1

Результаты качественного анализа образцов питьевой воды

№ и название образца	Качественный реагент на ион					
	BaCl ₂ на ион SO ₄ ²⁻	AgNO ₃ на ион Cl ⁻	HCl на ионы HCO ₃ ⁻	(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄ на ионы Ca ²⁺	Na ₃ [Co(NO ₂) ₆] на ионы K ⁺	Хинали-зарин на ионы Mg ²⁺
I. «Вон aqua»	--	+*	--	--	+*	--
II. «Кисловодская курортная»	+	+	--	+	+	+
III. «Джинал горная спорт»	+	+	--	--	+	--
IV. Питьевая вода из водовода	+	+	+	+	+	+

* – реакция протекала более интенсивно

Таблица 2

Результаты титрования по определению общей жесткости воды

Образцы воды питьевой	Объем трилона Б, мл			
	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3	Среднее значение
I. «Вон aqua»	2,6	2,7	2,6	2,63
II. «Кисловодская курортная»	3,0	3,1	2,9	3,0
III. «Джинал горная спорт»	1,1	1,1	1,1	1,1
IV. Питьевая вода из водовода	3,7	3,6	3,6	3,63

Таблица 3

Результаты титрования по определению временной жесткости воды

Образцы воды питьевой	Объем соляной кислоты, мл			
	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3	Среднее значение
I. «Воп aqua»	0,4	0,3	0,3	0,33
II. «Кисловодская курортная»	2,7	2,7	2,7	2,7
III. «Джинал горная спорт»	0,9	0,9	1,0	0,93
IV. Питьевая вода из водовода	3,1	3,1	3,1	3,1

Таблица 4

Общая, постоянная и временная жесткости образцов воды

Образцы воды питьевой	Жесткость воды, мг-экв/л		
	Общая	Временная	Постоянная
I. «Воп aqua»h	2,63	0,33	2,3
II. «Кисловодская курортная»	3,0	2,7	0,3
III. «Джинал горная спорт»	1,1	0,93	0,17
IV. Питьевая вода из водовода	3,63	3,1	0,53

По данным, полученным в ходе исследования можно сделать следующие выводы:

1. Проведенный качественный анализ подтвердил химический состав образцов бутилированной воды, заявленный производителем.

2. Содержание в образцах ионов кальция и магния соответствует результатам количественного определения этих ионов.

3. Сравнивая все исследуемые образцы, по таблице 4 видим, что наибольшую общую жесткость имеет вода из водовода распределительной системы, как и предполагалось.

4. Наибольшую общую жесткость имеет вода питьевая негазированная «Воп aqua», а наименьшую – вода питьевая негазированная «Джинал горная спорт».

5. Результаты анализов всех образцов соответствуют ГОСТу и СанПину.

Опираясь на проделанные нами исследования и выводы, возможно, рекомендовать к предпочтительному употреблению бутилированную питьевую негазированную воду «Джинал горная спорт» людям, склонным к заболеваниям суставов, почечно-каменной болезни и другим заболеваниям, связанных с отложением солей в организме.

Список литературы

- Ахманов М. Вода, которую мы пьем. – СПб.: «Невский проспект», 2002. – 192 с.
- Голдовская-Перистая Л.Ф., Перистый В.А., Шапошников А.А. Гигиеническая оценка качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения Белгородской области по некоторым химическим показателям // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. – 2007. – № 4.
- ГОСТ Р 52109–2003 «Вода питьевая, расфасованная в емкости».
- Закаева Р.Ш., Бигаева И.М. Основы качественного анализа: методическое пособие для лабораторных работ по аналитической химии: в 2 частях. – Владикавказ: Изд-во СОГУ, 2011.
- Кебалова Л.А. Качество питьевой воды и здоровье населения РСО-А // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2014. – № 4-2. – С. 12-14.
- Мудрый И.В. О влиянии минерального состава питьевой воды на здоровье населения (обзор) // Гигиена и санитария. – 1999. – № 1. – С. 15-18.
- СанПин 2.1.4.1074-01. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ НА pH СЛЮНЫ И ПОЛОСТИ РТА

¹Есиев Р.К., ¹Закаева Р.Ш., ²Исаева С.Э.

¹Северо-Осетинская государственная медицинская академия Минздрава России,

²Республиканский лицей искусств, Владикавказ, e-mail: kabaloev.1988@mail.ru

В последние годы актуальной задачей стоматологов и гастроэнтерологов является исследование участия полости рта в развитии заболеваний желудочно-кишечного тракта. Патологические изменения в полости рта, являются причинами возникновения хронических инфекций, которые приводят к нарушению функций желудочно-кишечного тракта.

Целью нашего исследования являлось, определить, как влияет качественный состав, употребляемой нами пищи на кислотность желудка, и, соответственно на pH слюны и полости рта, и как эти изменения отражаются на состоянии зубов, на развитии кариеса.

Эксперимент. В эксперименте участвовало 10 испытуемых, которым было необходимо измерять pH слюны утром натощак и каждый раз после употребления пищи различного состава, после чистки зубов и использования жевательной резинки.

При этом использовался индикаторный способ определения pH среды, а серия определений pH проводилась потенциометрическим методом с использованием pH-метра, что позволило зафиксировать небольшие пределы изменения показаний образцов.

Выводы. Употребление пищи, содержащей большое количество углеводов (хлеб, сладости, шоколад, соки), снижает желудочную секрецию, в результате повышения кислотности желудка. Если пища недолго задерживалась в полости рта, то изменения кратковременны и быстро компенсируются буферными системами выделившейся слюны. После питья напитков, содержащих сахарозу (кока-кола, пепси-кола, фанга, лимонад, сладкие газированные напитки), pH слюны заметно снижался.

Потребление таких продуктов как молоко, сыр, мясо птицы, орехи, ментолсодержащие жевательные резинки, повышало значение pH слюны на 0,5-0,7 в щелочную сторону.

Заключение. До тех пор, пока мы рассматриваем зубы как изолированный орган, забыв об их связи с другими системами организма, мы не сможем рассчитывать на их излечение. Любой фактор – физический, пищевой, эмоциональный, нарушение питания – вызывает разрушение зубов. Здоровье зубов есть часть здоровья всего организма.

ПРОФИОРИЕНТАЦИОННАЯ РАБОТА СО ШКОЛЬНИКАМИ

Есиева А.О., Агаева Ф.А.

*Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ,
e-mail: kabaloev.1988@mail.ru*

В последнее время для усиления мотивации к изучению естественных наук, в том числе и химии, большое значение придается профориентационной работе со школьниками. Связано это с тем, что выпускникам школ очень тяжело определиться с выбором профессии. Поэтому основная задача профориентационной работы – помочь школьникам выбрать современную профессию, которая поможет ему в будущем стать высококвалифицированным профессионалом.

Студенты и преподаватели Северо-Осетинского государственного университета (СОГУ) уже несколько лет ведут активную работу со школьниками республики. Результаты этой работы ежегодно анализируются для того, чтобы выявить все проблемы. Вот основные из этих выводов.

1. Школьные учителя начинают профориентационную работу лишь в 10-11 классах, что достаточно поздно. Надо начинать ее в 7-8 классах.

2. Выбор школьников формируется исходя из рекламы в средствах массовой информации, мнения родителей и семейных традиций. Учащийся не способен сделать этот выбор самостоятельно и сознательно.

3. Иногда профориентационная работа вузов сводится лишь к рекламно-информационным буклетам и проведению «Дней открытых дверей». Современные школьники нуждаются в инновационных методах профориентационной работы с ними.

В СОГУ разработана программа целенаправленной и систематической профориентационной работы, которая охватывает все ступени школьного образования. Преимущества программы заключаются в том, что она в своей деятельности использует эффективные инновационные методы, максимально приближенные к самому школьнику. Так, например, для химико-технологического факультета СОГУ это и выездные «Дни открытых дверей» в районах и селах республики, и профильная подготовительная химическая школа, и проведение различных дистанционных конкурсов и курсов для абитуриентов. Все это способствует распространению информации о вузе и его специальностях в пределах конкретных школ, помогая школьникам правильно и своевременно сориентироваться в мире современных профессий.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНОСИНТЕЗИРОВАННЫХ СПЛАВОВ Fe-B

Кодзаева Н.В., Кубалова Л.М.

*Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ, e-mail: kupal@front.ru*

Механохимический синтез (МС) смесей индивидуальных компонентов стоит в ряду современных

технологий для получения наноструктурированных металлических сплавов.

Относительная простота метода МС, заключающаяся в использовании мельниц различной конструкции с разной энергонапряженностью помола, позволяет получать сплавы в виде порошков, которые могут иметь непосредственное применение, либо служить прекурсорами для компактированных материалов.

Формирование сплава происходит в условиях сильно удаленных от равновесия, в результате чего могут быть получены как нанокристаллические, так и аморфные структуры.

Структура и свойства сплавов, образующихся в результате твердофазного взаимодействия компонентов, зависят от ряда факторов, в том числе от энергонапряженности помола.

Сплавы системы Fe-B имеют практическое применение благодаря комплексу уникальных свойств, таких как тугоплавкость, высокая твердость, химическая устойчивость в различных агрессивных средах и другие. Так, например, бориды и сплавы, содержащие бор, применяются в атомной энергетике также благодаря своим специальным свойствам [1].

Известно, что в сплавах системы Fe-B с содержанием бора более 8,86 мас.% при температуре 1682 К в результате взаимодействия жидкости и моноборида железа FeB происходит перитектическое превращение $L + FeB \leftrightarrow Fe_2B$, вследствие которого происходит образование борида Fe_2B [2]. Кристаллическая решетка Fe_2B – типа $CuAl_2$ с 12 атомами в элементарной ячейке.

На диаграмме состояния системы Fe-B (рис.1) [3] ряд авторов указывает на фазовое превращение $\beta - FeB \rightarrow \alpha - FeB$ [2], которое происходит при температуре 1400 К. Моноборид железа FeB имеет ромбическую решетку с 8 атомами в элементарной ячейке. Растворимость бора в α -Fe мала и при 906°C составляет 0,008% (ат.), а в γ -Fe она еще меньше. Предположительно твердый раствор бора на основе α -Fe представляет собой твердый раствор замещения, а на основе γ -Fe – внедрения.

Механохимический синтез сплавов на основе железа с различными р-элементами, осуществлен в ряде работ, что отражено в обзоре [4]. Хотя условия проведения твердофазного химического взаимодействия существенно различаются, в результате МС образуются метастабильные наноразмерные фазы.

В данной работе для получения сплавов Fe-B использовались Fe – чистой 99.9% со средним размером частиц 40 мкм и B-аморфный – 99.88%. Механическое сплавление проводили в высокоэнергетической шаровой планетарной мельнице МАПФ-2М из стали ШХ-15 в атмосфере аргона при водяном охлаждении барабана. Для исследования продуктов помола использовали метод рентгенодифракционного анализа (ДРОН-4-07, монохроматизированное $CuK\alpha$ излучение). Компьютерная обработка данных рентгенодифракционного анализа проводилась с использованием набора программ X-RAYS.

Установлено, что МС в эквиатомной смеси бора и железа происходит путем непосредственного образования боридных фаз. На первой стадии помола в высокоэнергетической шаровой мельнице образуется метастабильный нанокристаллический борид Fe_2B , который сохраняется в сплаве наряду со свободным железом в широком интервале температур. После нагревания выше 900°C сплав содержит α -Fe и стабильную тетрагональную фазу Fe_2B (тип C16). Дальнейший помол приводит к образованию однофазной структуры моноборида FeB.

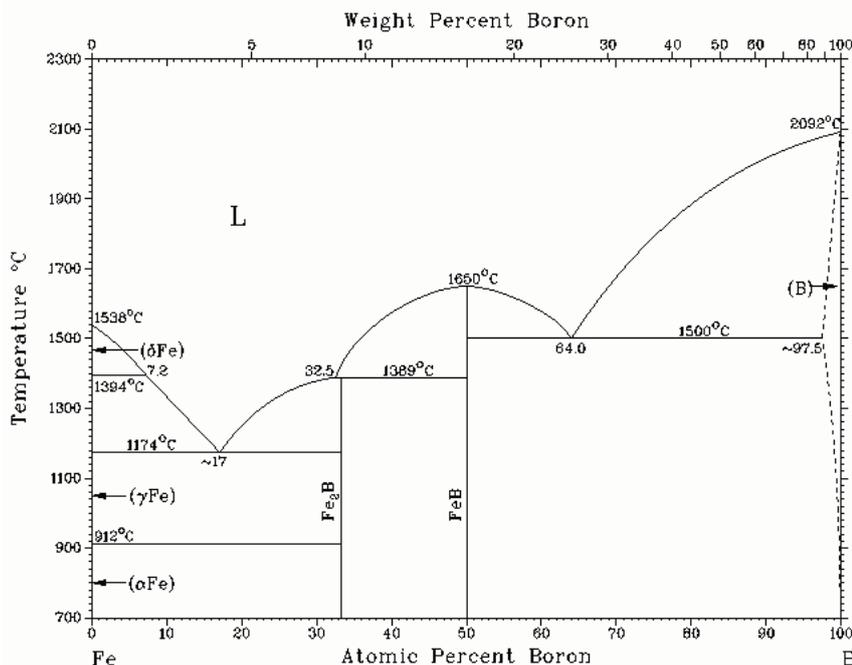


Рис. 1. Диаграмма состояния Fe-B.

Список литературы

1. Дергач Т.А. Влияние бора на микроструктуру и свойства труб из низкоуглеродистой аустенитной хромоникелевой стали // Вопросы атомной науки и техники. Серия «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение» (88). – 2005. – №5. – С. 80-85.
2. Лякишев Н.П., Плинер Ю.Л., Лаппо С.И. Борсодержащие стали и сплавы. – М.: «Металлургия», 1986.
3. Диаграммы состояния двойных металлических систем / под ред. Н.П. Лякишев // Машиностроение. – 1996-2000. – Т. 1; Т. 2 и Т. 3.
4. Surinayana C. Mechanical alloying and milling. – N.Y.: Marsel Dekker Inc., 2004.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНОСИНТЕЗИРОВАННЫХ СПЛАВОВ Fe-Ge

Лазарова З.К., Кубалова Л.М.

Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ, e-mail: kubal@front.ru

Одним из современных и интенсивно развивающихся методов получения нанокристаллических порошковых материалов является метод механического сплавления (МС). При использовании МС, как правило, образуются сплавы, содержащие аморфные или нанокристаллические фазы, в связи с чем, такой метод синтеза металлических сплавов является составной частью современных нанотехнологий. Области технического применения нанокристаллических порошковых сплавов могут быть различными в зависимости от их физико-химических свойств. Известно, что сплавы на основе Fe являются базовыми в целом ряде металлических материалов промышленного назначения.

Механохимический синтез сплавов на основе железа с различными р-элементами, проводился в ряде работ [1]. В данной работе исследовались механо-синтезированные сплавы системы железо-германий, полученные при шаровом помоле порошков индивидуальных компонентов. Динамическая деформация при помоле обеспечивает высокую подвижность атомов и массоперенос, не связанный с термической

диффузией. В этом заключается процесс механического сплавления.

Для получения сплавов Fe-Ge использовались Fe – чистотой 99,9% со средним размером частиц 40 мкм и Ge – 99,97% с размером частиц 70-100 мкм. Механическое сплавление проводили в высокоэнергетической шаровой планетарной мельнице МАПФ-2М из стали ШХ-15 в атмосфере аргона при водяном охлаждении барабана. Для исследования продуктов помола использовали метод рентгенодифракционного анализа (ДРОН-4-07, монохроматизированное $CuK\alpha$ излучение). Компьютерная обработка данных рентгенодифракционного анализа проводилась с использованием набора программ X-RAYS.

Фазовая диаграмма Fe-Ge (рис. 1) характеризуется наличием шести фаз, а именно: Fe_3Ge , β , η , χ (Fe_6Ge_5), FeGe и $FeGe_2$ [2]. Установлено, что граница растворимости Ge в Fe соответствует 10 ат. % Ge, кроме того, в области, богатой железом, наблюдается образование ОЦК твердого раствора со структурой типа B2.

Фаза α_1 образуется по реакции второго порядка. Растворимость Ge в α_1 – фазе убывает при понижении температуры от 1130 до 900°C, но при $T < 900^\circ C$ возрастает [2]. Германид железа стехиометрического состава FeGe имеет три полиморфных модификации, существующие в разных температурных интервалах. У низкотемпературной модификации – $T < 748^\circ C$ – ГЦК структура типа FeSi (B20) с параметром решетки $a = 0,4700$ нм; модификация, существующая при $748 < T < 928^\circ C$, имеет гексагональную структуру типа B35 с пространственной группой D_{6h}^{17} ($C6/mmm$), параметры решетки гексагональной модификации FeGe: $a = 0,4900$, $c = 0,4046$ нм и $c/a = 0,8257$.

В результате исследования механо-синтезированных сплавов Fe-Ge установлена последовательность образования фаз при помоле $Fe_{30}Ge_{70}$. Так, после 30 мин МС наблюдается образование фазы $FeGe_2$ с тетрагональной структурой (C16). После 60 мин МС образец содержит три фазы: $FeGe_2$, β - Fe_3Ge_5 и FeGe.

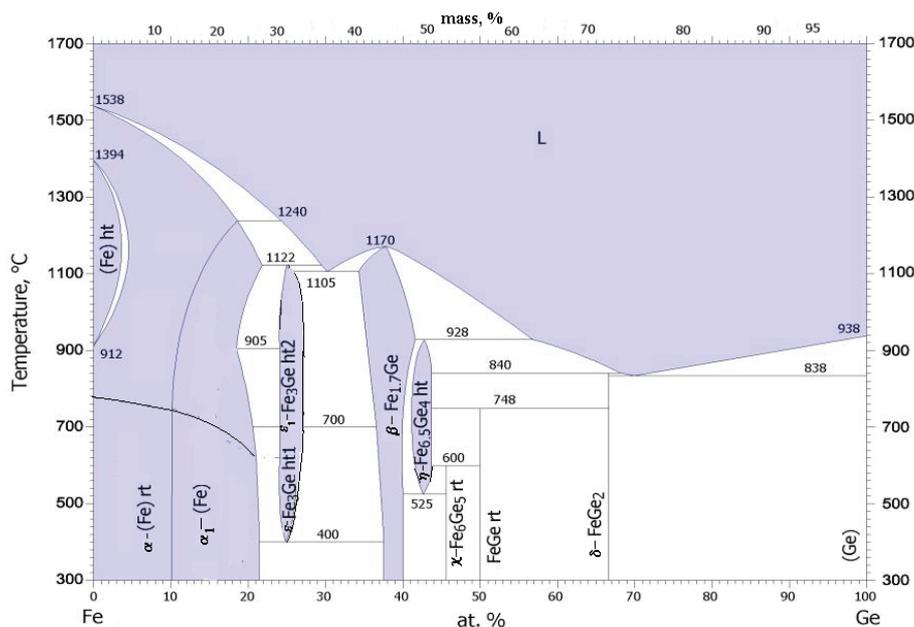
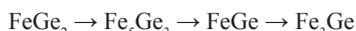


Рис. 1. Фазовая диаграмма системы Fe–Ge

Такая последовательность образования фаз при помолу эквиатомной смеси вполне объяснима с позиции сравнения энтальпий образования различных германидов железа в ряду



($\Delta H_{\text{обр}}$, кДж/моль, соответственно: -18; -11; -9; -8) [3]. В ряду соединений Fe с Ge наибольшей отрицательной энтальпией образования характеризуется фаза FeGe_2 , поэтому ее появление на начальных этапах помола предпочтительно. После 120 мин МС образец достигает однофазного состояния и содержит только фазу FeGe с кубической структурой B20, что соответствует низкотемпературной модификации моногерманида. Период решетки образовавшегося FeGe равен $a=0,4707$ нм, таким образом, фаза является нанокристаллической, характеризуется средним размером ОКР $D \sim 15$ нм и величиной микродеформации решетки $\langle \epsilon^2 \rangle^{1/2} \sim 0.25\%$.

Список литературы

1. Surinayana C. Mechanical alloying and milling. – N.Y.: Marsel Dekker Inc., 2004.
2. Диаграммы состояния двойных систем на основе железа: справочник / Отруд Кубашевски; под ред. Л.А. Петровой. – М.: Металлургия, 1985. – 183 с.
3. Кубалова Л.М., Фадеева В.И. Структура механосинтезированных сплавов железа с р-элементами (Al, Si, Ge, V) эквиатомного состава // Известия РАН. Серия физическая. – 2014. – Т. 78, № 1. – С. 131–134.

КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИЙ КОМПАУНД, НАПОЛНЕННЫЙ АЭРОСИЛОМ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЙ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ

Мамиева З.У., Неёлова О.В.

Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагуров, Владикавказ,
e-mail: kabaloev.1988@mail.ru

Большой интерес для применения в микроэлектронике представляют компаунды на основе низкомолекулярных кремнийорганических каучуков, которые отверждаются при комнатной температуре в контакте

с влагой воздуха. Они отличаются хорошей влаго- и атмосферостойкостью, выдерживают воздействие высоких температур (250-315°C), обладают высокой адгезией к конструкционным материалам, отличными электроизоляционными свойствами. Композиции состоят из полимерной основы, наполнителей, различных добавок, сшивающих агентов и катализаторов вулканизации [1].

Кремнийорганический каучук СКТН, содержащий ионные примеси натрия и калия в пределах до $(1-5) \cdot 10^{-5}\%$, может служить основой для разработки отечественных компаундов нового поколения, предназначенных для защиты новых типов ПП и ИС.

Благодаря наличию концевых гидроксильных групп каучук СКТН способен отверждаться при комнатной температуре под воздействием полифункциональных кремнийорганических соединений. Отверждающая система должна обеспечить такие технологические показатели разрабатываемой композиции, как: температура сушки не более 150°C, ограниченное время отверждения при температурном воздействии (не более 5-7 ч.), однокомпонентность состава, срок хранения композиции не менее 6 месяцев, а также коррозионную пассивность покрытия. В качестве отверждающей системы, удовлетворяющей указанным требованиям, был использован раствор гетеросилоксана – полидиметилборцирконсилосксана (БЦС), представляющего собой продукт взаимодействия α , ω – дигидроксиполидиметилсилосксана с борной кислотой и ацетилацетонатом циркония, взятых в соотношении 100:16,8:0,65, в триэтоксисилане.

Для получения оптимальной вязкости композиции и увеличения прочностных характеристик покрытия в качестве наполнителя использовали мелкодисперсный оксид кремния (IV) – аэросил. Исследованы три марки аэросила: А-300, АМД-4, АМ-1-300 (последние две марки представляют собой модифицированный аэросил). При использовании аэросила марки АМ-1-300 происходит расслаивание композиции в процессе её хранения, поэтому он не пригоден в качестве наполнителя компаунда. Аэросил марки

АМД-4 также нельзя использовать из-за высокого содержания в нем ионов натрия и калия.

Композиции готовили путем смешивания каучука с предварительно прокаленным при температуре $(400 \pm 10)^\circ\text{C}$ в течение 4 ч. аэросилом марки А-300. Смесь каучука с аэросилом пропускали через трехвалковую краскотерочную машину не менее 2 раз до получения однородной массы. Затем эту основу смешивали с отверждающей системой – 20% раствором полидиметилборцирконсилоксана – и расфасовывали в бутылки, заполняя их не более, чем на 0,7 объема. Композицию необходимо вакуумировать в вакуумном сушильном шкафу при комнатной температуре при остаточном давлении 0,08 МПа в течение 1 ч. Вулканизацию компаунда проводили при комнатной температуре при выдержке на воздухе (относительная влажность не менее 60%) в течение 5 ч с дополнительным прогревом покрытий при температуре 150°C в течение 7 ч.

В разработанном компаунде содержание ионных примесей не превышает $5 \cdot 10^{-5}\%$. Это соответствует уровню лучших зарубежных аналогов: компаундам серии НРЕС (ТМХ1-9224 и Q1-9214) американской фирмы «Dow Corning Co.» и эластомерам серии JCR, например, марки КJR-9060 Е японской фирмы «Shin-Etsu Chemical» [2].

Покрытия, полученные из компаунда, обладают высокими электроизоляционными свойствами, полным отсутствием коррозионного действия по отношению к алюминию и меди, высокими влагозащитными свойствами, отличной адгезией к кремнию, алюминию и меди. Введение в состав наполнителя аэросила марки А-300 позволяет получать композиции с оптимальной вязкостью, что приводит при изготовлении приборов к повышению производительности труда на операции «защита» и получению покрытий оптимальной толщины.

Компаунд может быть рекомендован для защиты р-п-переходов высоковольтных полупроводниковых приборов и других изделий электронной техники, работающих в условиях воздействия температур выше 150°C , в частности для защиты кристаллов мощных высоковольтных транзисторов КТ 838А.

Список литературы

1. Лабути А.А. Антикоррозионные и герметизирующие материалы на основе синтетических каучуков. – Л.: Химия, 1982. – 213 с.
2. Попова Г.Е. Кремнийорганические защитные материалы в изделиях микроэлектроники и в технологиях печатных плат. Обзоры по электронной технике. Серия 6. Материалы. – 1988. – Вып.8 (1414).

ЗАВИСИМОСТЬ УСПЕШНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕСТОВ ОТ ЧИСЛА ПРЕДЛАГАЕМЫХ ВАРИАНТОВ ОТВЕТОВ

Павленко А.С., Кабанов С.В.

Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ,
e-mail: kabaloev.1988@mail.ru

Обязательным элементом современной системы образования является тестирование как метод оперативного контроля знаний.

Однако на объективность оценки часто влияют случайные факторы и, в частности, вероятность случайного выбора правильного ответа. Значение этого фактора снижается при увеличении числа предлагаемых для выбора ответов. В то же время при увеличении числа вариантов ответов в большей степени рассеивается внимание, что отрицательно сказывается на успешности выполнения теста.

Для оценки влияния указанных факторов нами было проведено тестирование в студенческих группах Северо-Осетинского госуниверситета и учащихся выпускных классов средних школ г. Владикавказ. Для того, чтобы количественно оценить влияние случайного фактора (таблица), был введен коэффициент успешности k :

$$K = S / P$$

где S – успешность выполнения теста (оценка по шкале от 0 до 5 баллов), *балл*;

P – вероятность случайного ответа.

Вероятность P вычислялась по формуле:

$$P = 1 / n$$

где n – число вариантов ответа.

Полученные результаты позволяют сделать заключение, что в тестах закрытого типа с выбором единичного ответа оптимальное число вариантов ответов равно 5. Это противоречит устоявшемуся мнению о 4 вариантах, что используется, например, в заданиях ЕГЭ.

АДАПТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ В СИСТЕМЕ ХИМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Павленко А.С., Кабанов С.В.

Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ,
e-mail: kabaloev.1988@mail.ru

В связи с прослеживаемыми тенденциями повышения информативности в содержании высшего образования, актуальным представляется повышение качества процесса обучения путем разработки теории и методики реализации адаптивной системы, обеспечивающей индивидуально-личностное развитие студентов первого курса и их продуктивную деятельность в рамках вуза.

Объектом исследования стал процесс обучения неорганической химии на химико-технологическом факультете СОГУ, направленный на формирование индивидуально-личностного развития студентов при использовании адаптивной системы обучения. Решение этой задачи включает:

- 1) создание нормативной базы;
- 2) разработку фондов оценочных средств;
- 3) построение технологий комплексного мониторинга;
- 4) использование компьютерных технологий, помогающих перейти к системе адаптивного обучения;

Связь между вероятностью случайного ответа и успешностью выполнения теста

Число предлагаемых ответов	Успешность выполнения теста, балл					Вероятность случайного правильного ответа				
	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
Учащиеся	5,6	7,3	8,0	10,0	9,1	0,50	0,33	0,25	0,20	0,17
Студенты	8,0	8,8	10,0	10,0	5,3					
Среднее	6,1	7,4	8,4	10,0	8,3					

5) ориентация на дифференцированные и индивидуализированные программы обучения;

6) использование модульной педагогической технологии;

7) переход от разомкнутой схемы контроля знаний к осуществлению полноценной обратной связи в организации учебного процесса;

8) переход от внешней мотивации учения к внутренне-нравственной волевой регуляции.

Разработанное нами учебно-методическое обеспечение обучения неорганической химии, включающее в себя учебно-методический комплекс, фонд оценочных средств, дистанционное обучение, комплекс задач и банк тестов позволяют добиться повышения уровня знаний, а также развития умений и навыков в соответствии с индивидуальными возможностями студентов.

**КОМПОЗИЦИЯ НА ОСНОВЕ
А,Ω-ДИГИДРОКСИПОЛИДИМЕТИЛСИЛОКСАНА С
ПОВЫШЕННЫМИ
ПАССИВИРУЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ**

Плиева А.Х., Неёлова О.В.

*Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ,
e-mail: kabaloev.1988@mail.ru*

Эластичные полимеры на основе низкомолекулярных кремнийорганических каучуков (α,ω-дигидроксиполидиметилсилоксанов) нашли широкое применение в качестве пассивирующих, защитных и герметизирующих покрытий в микроэлектронике. Целью работы является разработка новой однокомпонентной кремнийорганической композиции на основе низкомолекулярного полидиметилсилоксанового каучука СКТН, обладающей повышенными пассивирующими свойствами в условиях воздействия высоких температур (150-200°C) и электрических напряжений.

При разработке рецептуры компаунда с повышенными пассивирующими свойствами в качестве основы композиции использовали очищенный методом электрофильтрации низкомолекулярный кремнийорганический каучук СКТН марки Б НО-[Si(CH₃)₂O]_n-Н (n = 100-1500) с концевыми гидроксильными группами. В качестве отверждающей системы использовали 20% раствор очищенного полидиметилборцирконсилоксана в триэтоксисилане [1]. Такая отверждающая система позволила создать коррозиопассивные композиции, обладающие повышенными электроизоляционными, адгезионными и влагоза-

щитными свойствами, а также устойчивостью покрытий к воздействию высоких температур и влажности. С целью повышения электроизоляционных свойств покрытия в условиях повышенных температур и электрических нагрузок в композицию на основе низкомолекулярного полидиметилсилоксанового каучука дополнительно ввели 1,2-диоксиантрахинон С₁₄Н₆(ОН)₂ (ализарин).

Основными критериями при выборе оптимального соотношения компонентов в композиции были: 1) получение стабильной однокомпонентной системы со сроком хранения не менее 3 месяцев; 2) режим сушки покрытия ограничен температурой 150°C и временем 5-7 ч.; 3) высокие электроизоляционные и адгезионные характеристики при нормальных климатических условиях (НКУ) и при температуре 200°C; 4) отсутствие коррозионного действия по отношению к алюминию и меди.

Для изготовления композиций смесь каучука с 1,2-диоксиантрахиноном пропускали через трехвалковую краскотерочную машину не менее 3 раз. Однородную массу смешивали с отверждающей системой, расфасовывали полученную композицию в бутылки и затем её вакуумировали для удаления пузырьков воздуха. Компаунд представляет собой вязкую однородную непрозрачную жидкость оранжево-красного цвета. Состав композиции, обладающей оптимальными свойствами, получившей название «Компаунд марки КЭП» (кремнийорганический электроизоляционный пассивирующий), приведен в табл. 1.

Таблица 1

Состав композиции «Компаунд марки КЭП»

Компоненты композиции	Содержание компонентов, мас. ч.
Каучук кремнийорганический низкомолекулярный СКТН марки Б, очищенный методом электрофильтрации	100
20% раствор очищенного полидиметилборцирконсилоксана в триэтоксисилане	20
1,2-диоксиантрахинон С ₁₄ Н ₆ (ОН) ₂	0,4 – 0,6

При введении в композицию 1,2-диоксиантрахинона менее 0,4 мас. ч. на 100 мас. ч. каучука не достигается поставленная цель работы. Увеличение его количества более 0,6 мас. ч. приводит к расслоению композиции в процессе её хранения (избыток 1,2-диоксиантрахинона оседает на дне бутылки).

В табл. 2 представлены физико-химические свойства компаунда КЭП и его аналога – компаунда КЭЧ [2].

Таблица 2

Влияние введения в композицию 1,2-диоксиантрахинона на свойства покрытия

Наименование показателя и единица измерения	Результаты испытаний	
	Компаунд КЭЧ (аналог)	Компаунд КЭП с 1,2-диоксиантрахиноном
Удельное объемное электрическое сопротивление ρ _v , Ом·см • при НКУ • при температуре, °С 100 150 200	(5-7)·10 ¹⁵ (1-5)·10 ¹³ (1-2)·10 ¹³ (3-6)·10 ¹²	4·10 ¹⁵ -1·10 ¹⁶ (2-3)·10 ¹⁴ 5·10 ¹³ -1·10 ¹⁴ (1-3)·10 ¹³
Электрическая прочность E _{пр} , кВ/мм • при НКУ • при температуре, °С 100 150 200	41-46 40-45 35-40 25-30	45-55 41-52 38-47 35-42

Наименование показателя и единица измерения	Результаты испытаний	
	Компаунд КЭЧ (аналог)	Компаунд КЭП с 1,2-диоксиантрахиномом
Тангенс угла диэлектрических потерь tgδ при частоте 10 ⁶ Гц	(2-4)Ч	(2-4)Ч
Диэлектрическая проницаемость ε при частоте 10 ⁶ Гц	2,7-3,1	2,7-3,0
Коррозионная активность к Al и Cu, балл	0	0
Адгезия, балл		
• к кремнию	1	1
• к меди	1	1
• к алюминию	1	1
Влагопоглощаемость, %	0,1-0,2	0,13-0,18

Компаунд обладает хорошей растекаемостью по поверхности различных конструкционных материалов (кремний, алюминий, медь) и позволяет получать защитные покрытия толщиной 100-200 мкм. Вулканизацию компаунда проводили при комнатной температуре при выдержке на воздухе с относительной влажностью не менее 60% в течение 5 ч. с дополнительным прогревом покрытий при температуре 150°C в течение 7ч.

Как видно из приведенных данных, компаунд КЭП обладает более высокими значениями величин ρV и Епр как при НКУ, так и при действии температур в диапазоне 100-200°C. Адгезионные и влагозащитные свойства покрытия, а также коррозионная активность разработанной композиции остаются на уровне аналога.

Компаунд может быть рекомендован для защиты р-п-переходов высоковольтных полупроводниковых приборов и других изделий электронной техники, работающих в условиях воздействия температур выше 150°C и электрических напряжений до 11 кВ, например, для защиты высоковольтных столбов КЦ 117, КЦ 118.

Список литературы

1. Неёлова О.В. Высококачественные кремнийорганические заливаемые компаунды, предназначенные для применения в микроэлектронике // Известия вузов. Химия и химическая технология. – 2007. – Т. 50. – Вып. 11. – С. 78-81.
2. Бегкиева Я.В., Неёлова О.В. Высококачественный кремнийорганический заливаемый компаунд для защиты изделий электронной техники. Химия и химическое образование. XXI век: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. – Владикавказ: Изд-во СОГУ, 2014. – С. 211-215.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОПИСИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ, СОСТОЯЩЕЙ ИЗ ЙОДИДА КАЛИЯ, ЭУФИЛЛИНА И ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ

Поргова Д.С., Дзеранова К.Б.

Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ,
e-mail: kabaloev.1988@mail.ru

Цель: изучить различными методами анализа соответствие лекарственных форм и их подлинность.

В состав прописи входят: калия йодид 12,0; эуфиллин 2,0; вода дистиллированная до 200 мл.

Эуфиллин (Euphyllinum)

Определение подлинности эуфиллина: В фарфоровую чашку внесли 10 капель исследуемого раствора и 30 капель смеси HCl и пергидроля. Смесь выпарили на водяной бане. Произошло выделение паров йода бурого цвета. После охлаждения прибавили 2 капли раствора аммония гидроксида. Раствор окрасился в ярко-красный цвет.

Калия йодид (Kalii iodidum)

Определение подлинности калия йодида: На предметное стекло нанесли 2 капли исследуемого раствора и 1 каплю раствора ацетата свинца. Произошло образование желтого осадка.

- *Количественное определение калия йодида.*

К 1 мл раствора прибавили по каплям CH₃COOH. Появились пузырьки газа CO₂. Добавили еще 0,5 мл разбавленной CH₃COOH, 3 капли эозината натрия и титровали 0,1 н. раствором AgNO₃. Содержание KI составило 0,245 г.

- *Количественное определение эуфиллина.*

Оттитровали 2 мл раствора 0,1 н. раствором HCl до появления розовой окраски (индикатор метиловый оранжевый). Содержание эуфиллина составило 0,029 г.

Этилендиамина в препарате должно быть 14-18% и поэтому при пересчете на эуфиллин результат умножают на 6,25 (коэффициент пересчета соответствует 16% этилендиамина в препарате). В результате содержание эуфиллина составило 0,19 г. Полученные результаты соответствуют прописи лекарственных форм.

ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ МАГИСТРАНТОВ-ХИМИКОВ В СЕВЕРО-ОСЕТИНСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Тедеева М.А., Бигаева И.М., Агаева Ф.А.

Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ,
e-mail: kabaloev.1988@mail.ru

Научно-педагогическая практика магистрантов – одно из важнейших звеньев в цепи подготовки квалифицированного магистра химии. Она позволяет связать знания, полученные при усвоении университетской образовательной программы, с практической деятельностью по внедрению этих знаний в учебный процесс.

Целью практики является приобретение магистрантами навыка педагога-исследователя, владеющего современным инструментарием науки для поиска и интерпретации информационного материала с целью его использования в педагогической деятельности. Проведение научно-педагогической практики магистрантов направления 020100.68 Химия предполагает решение сразу нескольких задач. К ним относятся:

1. Изучение вопросов организации учебного процесса в вузе и нормативных документов, регламентирующих учебный процесс.

2. Способность проводить лекционные, лабораторные и практические занятия со студентами.

3. Готовность разрабатывать учебно-методические материалы по отдельным видам занятий для студентов.

4. Способность руководить курсовыми проектами бакалавров.

5. Готовность к организации занятий в «Школе юного химика», работающей на химико-технологическом факультете.

6. Закрепление знаний, умений и навыков, полученных магистрантами в процессе изучения дисциплин магистерской программы «Химия», профиль «Неорганическая химия».

7. Привитие магистрантам навыков самообразования и самосовершенствования.

С момента появления магистратуры на химико-технологическом факультете СОГУ (с 2009 года) и до настоящего времени педагогическая практика претерпела ряд изменений. Изменения касались, в основном, формы, а содержание оставалось неизменным. Оно регламентировалось Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования, приказом Минобрнауки РФ от 25 марта 2003 г. №1154 «Об утверждении Положения о порядке проведения практики студентов образовательных учреждений высшего профессионального образования» и Положением о практике магистрантов СОГУ.

Организация научно-педагогической практики направлена на обеспечение непрерывности и последовательности овладения магистрантами навыками и умениями профессиональной деятельности в соответствии с требованиями к уровню подготовки магистра. Для решения задач научно-педагогической практики нами была разработана модель организации научно-педагогической практики магистрантов направления 020100 Химия. Эта модель включает в себя три этапа (рисунок).

На первом этапе магистранты изучают дисциплину «Методика преподавания химии» и осваивают вопросы организации учебного процесса в вузе в целом. На втором этапе магистранты ходят на занятия и изучают педагогический опыт лучших преподавателей

СОГУ, причем среди таких преподавателей – не только химики, но и представители других специальностей и направлений подготовки. Второй этап включает в себя также знакомство с инновационными образовательными технологиями. Часть занятий второго этапа практики проходит в лаборатории инновационных образовательных технологий СОГУ, где созданы все условия для знакомства с передовыми технологиями в образовательном процессе. На втором этапе магистранты делают самостоятельный выбор и прикрепляются к преподавателю кафедры общей и неорганической химии, на занятиях которого они и будут проводить учебную часть работы. Третий этап практики начинается со сбора литературы по теме научно-педагогического исследования. Он ведется параллельно с подготовкой материалов для проведения занятий по выбранной дисциплине. И если на первых двух этапах большую роль играет самостоятельная работа магистранта, то на третьем этапе возрастает роль руководителя практики и преподавателя-консультанта. Важной частью третьего этапа является подготовка реферата и проведение педагогического исследования по научной части практики. Обязательной частью научно-педагогической практики является проведение лекций и практических занятий со студентами по дисциплине, закрепленной за практикантом.

По итогам прохождения научно-педагогической практики каждый магистрант составляет отчеты по установленной форме, заверяет их у преподавателя-консультанта и преподавателя-руководителя. Завершается практика итоговой конференцией, где магистранты и их руководители-консультанты делятся впечатлениями, подводят результаты работы по исследовательской части практики, обсуждают дальнейшие перспективы.

Итоговая аттестация по результатам прохождения научно-педагогической практики проводится в виде дифференцированного зачета, результаты которого отражаются в экзаменационных ведомостях.

Научно-педагогическая практика, организованная в описанном формате, является интересной для магистрантов, помогает развивать их творческие склонности, способствует проявлению интереса к педагогической деятельности.



Модель организации научно-педагогической практики магистрантов-химиков в СОГУ

**СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА
ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА «АНГРИКАПС»
И КОНТРОЛЬ СООТВЕТСТВИЯ
ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ**

Тменова А.О., Дзеранова К.Б.

*Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ,
e-mail: kabaloev.1988@mail.ru*

Целью нашей работы является изучение химического состава «АнГрикапс» в капсулах различными методами. Объектом нашего исследования является «АнГрикапс» – комбинированный препарат, оказывающий жаропонижающее анальгетическое противовоспалительное действие при простуде и гриппе. Качественным и количественным методами анализа нами был изучен химический состав «АнГрикапс». Подлинность ацетилсалициловой кислоты определяли по методике ГФ Х [1](стр.41). Появилось красное окрашивание, которое свидетельствует о наличии данной кислоты. Нами была проведена качественная реакция (ГФ Х, стр.42) на содержание аскорбиновой кислоты. Титриметрическим методом (ГФ Х, стр.255) нами исследовалось количество димедрола которое равно 0,0039 г, а должно быть 0,008 до 0,012 г. Наличие рутина определялось с помощью спектрофотометра СФ 26 (ГФ Х стр. 151) в который входят дейтериевая лампа ДДС-30, лампа накаливания ОП-33-0,3 контрольные светофильтры, а так же цифровой вольтметр Ш1312. УФ спектр имеет максимумы поглощения 375 и 362,5 нм. По расчетам масса рутина составляет 0,00316 г. Наличие кальция-иона проверяли по методике ГФ Х стр. 600 по окрашиванию пламени кирпично-красный цвет. Подлинность лактат-иона определяли по ГФ Х стр.600, а количественное содержание кальция лактата – по ГФ стр.601 составило 0,0596г, но по фармакопейной статье требуется от 0,09 до 0,11г, то есть масса его занижена. На основании вышесказанного нами были определены аскорбиновой кислоты, димедрола, рутина и кальция-лактата, которые не соответствуют фармакологическим требованиям.

Список литературы

1. Государственная фармакопея Х. Медицина. – М., 1968.

**ОКСИДЫ И ГИДРОКСИДЫ ВАНАДИЯ,
ИХ СВОЙСТВА И ПОЛУЧЕНИЕ**

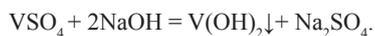
Токарева А.А., Неёлова О.В.

*Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ,
e-mail: kabaloev.1988@mail.ru*

Целью работы является изучение литературных данных о свойствах ванадия и его соединениях и экспериментальное получение соединений ванадия, в том числе и гидроксидов, в различных степенях окисления, изучение их свойств.

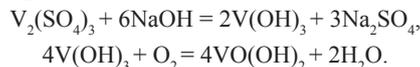
С кислородом ванадий образует несколько оксидов: VO , V_2O_3 , VO_2 , V_2O_5 . Им соответствуют гидроксиды: $V(OH)_2$, $V(OH)_3$, $VO(OH)_2$ и HVO_3 . VO и $V(OH)_2$ проявляют основные свойства, V_2O_3 и $V(OH)_3$ – амфотерные с преобладанием основных свойств, VO_2 и $VO(OH)_2$ – амфотерные свойства и V_2O_5 и HVO_3 – амфотерные с преобладанием кислотных свойств [1].

Коричневый гидроксид $V(OH)_2$, образующийся при действии щелочей на растворы солей $V(II)$, проявляет основные свойства и очень быстро окисляется до гидроксида ванадия (III):

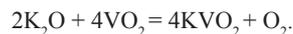


Для получения и сохранения $V(OH)_2$ требуется инертная атмосфера.

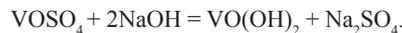
Действуя на соли ванадия (III) щелочью, можно получить гидроксид $V(OH)_3$, который выделяется при pH 4-5 в виде рыхлого грязно-зеленого осадка. Гидроксид ванадия (III) проявляет свойства основания в большей степени, чем гидроксид $Cr(III)$. Это вещество является сильным восстановителем, на воздухе легко окисляется, постепенно переходя в оксоформу $VO(OH)_2$ коричневого цвета:



Гидроксид ванадия (III) не реагирует с растворами щелочей, однако ванадаты (III) (гипованадиды), например KVO_2 могут быть получены нагреванием оксида ванадия (IV) с оксидом калия:



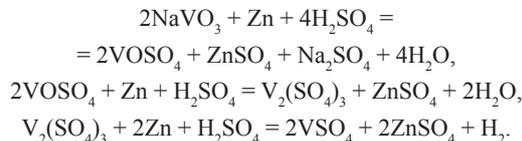
При обычных условиях степень окисления +4 для ванадия наиболее характерна. Соединения $V(III)$ довольно легко окисляются до производных $V(IV)$ молекулярным кислородом, а соединения $V(V)$ восстанавливаются до производных $V(IV)$. Наиболее устойчивое координационное число ванадия (IV) равно 6. Оксид VO_2 амфотерен; при растворении VO_2 и его гидратов в неокисляющих кислотах образуются растворы солей ванадия, при растворении VO_2 в щелочах – растворы солей тетраванадистой кислоты или оксованадаты (IV) (бурого цвета), чаще всего состава $M_2^{+1}[V_4O_9]$ [2]. Соли ванадила получают восстановлением ванадиевого ангидрида в кислотном растворе этиловым спиртом, щавелевой кислотой, соляной кислотой, сернистым газом, тиосульфатом, роданидом и др. При взаимодействии ионов VO^{2+} и OH^- в соотношении 1:2 выпадает коричневый осадок гидроксида $VO(OH)_2$:



В избытке щелочи осадок растворяется с образованием желто-коричневых растворов, содержащих различные ванадат (IV)-ионы [1].

Среди оксидов ванадия наиболее устойчив, известен, важен ванадиевый ангидрид V_2O_5 желто-оранжевого цвета. Водные растворы V_2O_5 имеют кислую реакцию, реагируя со щелочами, дают соли. В щелочном растворе присутствуют разнообразные оксоанионы, состав которых зависит от концентрации ванадия и pH среды.

При восстановлении цинком раствора $NaVO_3$ в сернокислой среде экспериментально получены соединения ванадия $VOSO_4$, $V_2(SO_4)_3$, VSO_4 соответственно синего, зеленого и фиолетового цвета:



Осадок разделяют на две части: к первой части добавляют 10 мл 2 М раствора H_2SO_4 , наблюдая растворение осадка и окрашивание раствора в бледно-фиолетовый цвет:



К другой части осадка приливают 10 мл 2 М раствора $NaOH$, не отмечая никаких изменений.

$V(OH)_2$ – гидроксид с основными свойствами.

К раствору соли $V_2(SO_4)_3$ зеленого цвета прибавляют 2 М раствор $NaOH$, наблюдают образование коричневого осадка $V(OH)_3$, растворимого и в кислотах и щелочах:

$V(OH)_3 \downarrow + H_2SO_4 = V_2(SO_4)_3 + 3H_2O$ (раствор становится бледно-бирюзового цвета),

$V(OH)_3 \downarrow + NaOH = Na[V(OH)_4]$ (раствор становится светло-коричневого цвета).

Список литературы

1. Неорганическая химия: в 3 т. / под ред. Ю.Д. Третьякова. Т. 3: Химия переходных элементов. Кн. 1: учебник для студ. высш. учеб. заведений / [А.А. Дроздов, В.П. Зломанов, Г.Н. Мазо, Ф.М. Спиридонов]. – М.: Издательский центр «Академия». 2008. – 352 с.
2. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия: учеб. для вузов. – М.: Высшая школа, 1998. – 743 с.

**ОБРАЗОВАНИЕ НОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ
В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМАХ
РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ
С ПЕРЕХОДНЫМИ**

Урумова Д.К., Агаева Ф.А.

*Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ,
e-mail: kabaloev.1988@mail.ru*

Характер взаимодействия компонентов в металлургических системах железа и кобальта с редкоземельными металлами (такими, как самарий, иттрий) обуславливает образование в этих системах тройных интерметаллических соединений со структурным типом $ThMn_{12}$.

Интерметаллические соединения со структурным типом $ThMn_{12}$, генетически связанным с фазами Лавеса, ранее уже были обнаружены в тройных системах $P3M-Fe-\{Mn, Re\}$, $P3M-Fe-\{Al, Ga\}$, $P3M-Fe-V$, $P3M-Fe-\{Cr, Mo, W\}$, $Sc-Si-Fe$, $P3M-Cu-Al$, $P3M-Ni-Si$, $P3M-Co-Mn$, $P3M-Ni-Mn$ [1,2]. На образование таких соединений, как было отмечено авторами, влияет не один, а несколько факторов, таких как размерный фактор, электронная концентрация металла, структура d-зоны и многие другие [3]. Нами было теоретически рассчитано существование двойных и тройных интерметаллических соединений иттрия и самария с железом и кобальтом со структурой $ThMn_{12}$. Поэтому число d-электронов переходного металла бралось как среднее арифметическое

$$N_M = \frac{N_{3d} + N_d}{2}$$

Среднее число d-электронов соединения вычислялось как средневзвешенное, с учетом стехиометрических коэффициентов по формуле

$$\bar{N} = \frac{1}{13} N_{P3M} + \frac{12}{13} (N_{P3M} + N_M),$$

а разность между числом d-электронов компонентов бралась по формуле $\Delta N = N_{P3M} - N_M$. Размерный фактор оценивался по сжатию объема элементарной ячейки кристаллической решетки, по сравнению с идеальным ($\Delta \varnothing = -3 \sqrt{\frac{\Delta V}{5,567}}$), а электронный – средним числом d-электронов компонентов N. Как показали расчеты, тройные соединения со структурным типом $ThMn_{12}$ появляются при вполне определенных значениях размерного фактора, выраженного через объемный эффект, именно при $(\Delta V) \frac{1}{3} < -0,8$. Анализ результатов исследования позволил подтвердить образование тройного интерметаллического соединения в системе иттрий-самарий-железо. В настоящее время ведется работа по экспериментальному подтверждению существования аналогичного тройного интерметаллического соединения в системе иттрий-кобальт-молибден.

Список литературы

1. Агаева Ф.А., Бигаева И.М. Фазовые равновесия и свойства сплавов самария с металлами триады железа и молибденом. – Владикавказ: Изд-во СОГУ, 2011. – 133 с.
2. Бигаева И.М., Агаева Ф.А. Взаимодействие иттрия с металлами триады железа и молибденом. – Владикавказ: Изд-во СОГУ, 2014.
3. Tereshina S., Nikitin S.A., Ivanova T.I., Skokov K.P. Rare-earth and transition metal sublattice contributions to magnetisation and magnetic anisotropy of $R(TM, Ti)_{12}$ single crystals // J. Alloys Comp. – 1998. – V. 275-27. – P. 625-628.

**ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ
СОЕДИНЕНИЙ РТУТИ В МЕДИЦИНЕ**

Цаллаев О.О., Кубалова Л.М.

*Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ, e-mail: kupal@front.ru*

Ртуть – составная часть растительных и животных организмов, является токсичным примесным элементом. Она накапливается главным образом в печени и почках. Ртутное заражение почвы, природных вод, растений и животных в настоящее время характерно для многих регионов планеты. Оно связано с поступлением большого количества ртути в биосферу в виде продуктов промышленного производства, выхлопов транспорта, ядохимикатов. Соединения ртути способны вступать во взаимодействие с сульфгидрильными SH-группами белков, ферментов и аминокислот с образованием нерастворимых соединений. При этом происходит подавление активности ферментов и свертывание белков.

Хотя все ртутные соли ядовиты, многие из них применяются в медицине. Так, HgO (желтая ртутная мазь) используется для лечения кожных заболеваний; $HgCl_2$ (сулема) обладает высокой токсичностью, при работе с ней необходимо соблюдать большую осторожность; вместе с тем растворы в разведении 1:1000 применяются для дезинфекции белья, предметов ухода за больными, помещений, медицинского инструментария.

В медицине используют не только соединения, но и саму ртуть и ее пары (ртутные термометры, ртутные манометры в аппаратах для измерения кровяного давления). В больницах и физиотерапевтических кабинетах поликлиник ультрафиолетовые лучи, полученные от ртутно-кварцевых ламп, глубоко прогревают ткани, губительно действуют на многие микроорганизмы.

В стоматологической практике находят значительное применение в качестве пломбировочного материала амальгамы (серебряная, кадмиевая и др.). Эти амальгамы легко размягчаются при нагревании, а при температуре тела становятся твердыми и образуют твердую пломбу.

Список литературы

1. Скальный А.В. Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. – М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004.

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ:
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Шотаева Л.Т., Бигаева И.М.

*Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ,
e-mail: kabaloev.1988@mail.ru*

В последнее время для усиления мотивации к изучению естественных наук, в том числе и химии, большое значение придается научной работе со школьниками.

На кафедре общей и неорганической химии Северо-Осетинского государственного университета име-

ни Коста Левановича Хетагурова в рамках научно-исследовательской работы со студентами были разработаны методики проведения занятий по химии со школьниками, желаящими открыть для себя эту увлекательную науку. В разработке программ принимали активное участие студенты-старшекурсники, участники студенческого научного кружка, работающего при кафедре уже несколько лет. Темы, предложенные студентами, были разбиты по направлениям и согласованы с преподавателями кафедры и представителями методического объединения учителей города Владикавказа.

На занятия были приглашены ученики школ города, причем, возраст ребят не ограничивался. Первые встречи показали, что наибольший интерес у ребят вызывает возможность самостоятельно поработать с химическими приборами и реактивами. Это вполне объяснимо: изучение химии на любом уровне не может осуществляться без химического эксперимента. Именно химический эксперимент – источник знаний о химических веществах и их превращениях, позволяющий увлечь учащихся химической наукой, способствующий активизации их познавательной деятельности, развивающий способность применять теоретические знания на практике. Поэтому программа занятий включала в себя, прежде всего, выполнение практических работ в лабораториях кафедры под руководством магистрантов и студентов-старшекурсников. Большое внимание в ходе занятий уделялось технике лабораторных работ и правилам техники безопасности при работе в химической лаборатории, что, на наш взгляд, способствует обучению культуре химического эксперимента.

В то же время подбор объекта и методов исследования представлял трудную задачу. Объекты окружающей жизни, как правило, слишком сложны, требуют непростых методов исследования, оборудования и реактивов. Кроме того, используя стандартную методику, школьники, особенно младшего школьного возраста, неспособны понять суть используемых в ней процессов и явлений. Поэтому одним из доступных и понятных объектов исследования были выбраны пищевые продукты. Эксперименты по определению влажности и кислотности различных пищевых продуктов, содержания в них поваренной соли просты и

доступны для понимания школьников начиная с 8 класса, не требуют слишком сложного оборудования. Одновременно работа по этой тематике способствует формированию представлений о здоровом образе жизни и рациональном питании.

При обсуждении полученных результатов школьники намечают цели дальнейших исследований. Это могут быть:

- совершенствование методики исследования;
- исследование других объектов анализа;
- сравнение полученных результатов с нормами ГОСТ.

Рассказывая о своей работе другим, школьники “заражают” их творчеством. В результате из одной группы исследователей могут образоваться несколько новых, работающих по своим направлениям.

Члены студенческого научного кружка кафедры общей и неорганической химии разработали банк ресурсов: мультимедийные курсы, видеолекции, сетевые учебники и учебные пособия, тестирующие системы и демонстрационные эксперименты. Продуманная организация, выбор доступных методик и актуальных объектов исследования должны сделать учебную исследовательскую работу важным фактором воспитания самостоятельности и творческой активности, становления деятельности компетентности ученика.

Сегодня работа со школьниками действует как открытая химическая школа, развитие которой основано на сетевой модели обучения. Сетевая модель обучения предполагает использование очно-заочной формы обучения на основе дистанционных образовательных технологий. Для данной формы обучения характерно использование технологий непосредственного интерактивного педагогического общения; опосредованного общения преподавателя со школьниками; максимального количества времени, отведенного для самостоятельной работы школьников с учебно-методическими материалами. В перспективе – создание и работа «Малого химического университета» и работа со школьниками отдаленных горных районов республики, подготовка школьников к участию в республиканских научных конференциях «Шаг в будущее», «Ломоносовские чтения», «Созвездие интеллектуалов», «Ступень в науку», «Колмогоровские чтения».

**Секция «Синтез органических и неорганических веществ, композиций»
научный руководитель – Иванкина Ольга Михайловна, канд. хим. наук, доцент**

**ОПТИМИЗАЦИЯ СТАДИИ СИНТЕЗА
P-ДИНИТРОЗОБЕНЗОЛА**

Елисеев П.Ю., Ильинский Д.В., Бутов Г.М., Иванкина О.М.

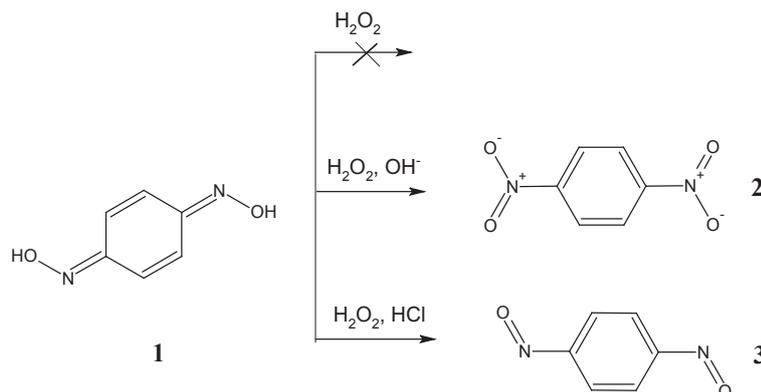
*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: www.volpi.ru*

n-Динитрозобензол (*n*-ДНБ) применяется как низкотемпературный вулканизующий агент каучуков и адгезивов резина-металл [1]. Обычно в промышленности и лабораторной практике ПДНБ получают окислением *n*-бензохинондиоксида (*n*-БХД) различными окислителями.

Одним из первых способов получения *n*-ДНБ основан на окислении *n*-бензохинондиоксида (*n*-БХД) железосинеродистым калием в щелочной среде. В дальнейшем был разработан ряд способов получения *n*-ДНБ с использованием других окислителей: хлори-

да железа (III), хлора, азотной кислоты, гипохлорита или гипобромита натрия [2, 3, 4]. Перечисленные способы объединяет ряд существенных недостатков: необходимость утилизировать побочные продукты, токсичность применяемых окислителей, снижение выхода целевого продукта из-за протекания побочных реакций.

В связи с этим перспективным в синтезе *n*-ДНБ является использование экологически безопасного окислителя перекиси водорода. Известно, что в нейтральной среде перекись водорода не вступает в реакцию окисления с *n*-БХД (1). При проведении реакции в щелочной среде идет количественное образование *n*-динитробензола (2) [5]. В кислой среде (в присутствии соляной кислоты) происходит практически количественное образование *n*-ДНБ (3). Это связывают с тем, что хлорид-ион катализирует разложение перекиси водорода [6, 7]:



Для оптимизации стадии синтеза *n*-ДНБ было исследовано влияние времени окисления и избытка перекиси водорода на состав и выход целевого продукта. По требованиям нормативной документации содержание исходного *n*-БХД в готовом продукте не должно превышать 2%.

Для получения *n*-ДНБ в реактор загружали воду, *n*-БХД, соляную кислоту. Затем при перемешивании и температуре 50°C медленно дозировали расчетное количество 35%-ного раствора перекиси водорода. Реакционную массу выдерживали требуемое время. Далее продукт отфильтровывали, промывали водой и высушивали. Содержание *n*-БХД определяли спектрофотометрически по известной методике. Результаты экспериментов представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Влияние времени окисления на состав и выход *n*-ДНБ

Время синтеза, час.	2,0	3,0	4,0	5,0
Содержание <i>n</i> -БХД, %масс.	3,1	2,4	1,91	1,9
Выход <i>n</i> -ДНБ, %	93,0	93,1	94,1	94,11

Таблица 2

Влияние избытка перекиси водорода на состав и выход *n*-ДНБ (время синтеза 4 часа)

Мольное соотношение <i>n</i> -БХД: перекись водорода	1:1	1:1,1	1:1,2
Содержание <i>n</i> -БХД, %масс.	3,15	1,91	1,9
Выход <i>n</i> -ДНБ, %	91,0	94,1	94,12

Как следует из приведенных данных, для получения *n*-ДНБ требуемого качества с максимально возможным выходом процесс следует проводить в течение 4-часов, используя 10%-ный избыток перекиси водорода. Увеличение времени синтеза до 5 часов и избытка перекиси водорода до 20% является не целесообразным, т.к. не приводит к заметному увеличению выхода *n*-ДНБ и снижению содержания *n*-бензохинондиоксида.

Список литературы

1. Тихонова Н.П., Гинзбург Л.В. и др. // Каучук и резина. – 1987. – № 3. – С. 13.
2. Хищенко Ю.С., Макаров М.А. и др. // ЖПХ. – 1969. – Т. XLII. – Вып. 10. – С. 2384-2386.
3. А.С. СССР 395360 1973.
4. Хмельницкий Л.И., Новиков С.С. и др. Химия фуросанов. – М.: Наука, 1996. – С. 260.
5. Ермаков О.А., Комкова Ю.Ф. // ЖОрХ. – 1984. – Том XX. – Вып. 10. – С. 2252-2253.
6. Пат. RU 2266897 2005.

ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В КАЧЕСТВЕ СТРУКТУРИРУЮЩИХ АГЕНТОВ ПРИ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДАХ ГИДРОКСОХЛОРИДА АЛЮМИНИЯ

Жохова О.К., Пудовкин В.В., Бутов Г.М.

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: www.volpri.ru

Настоящие исследования направлены на разработку технологии перевода жидкого гидроксохлорида алюминия (ГОХА) в твердое состояние. В последние годы ГОХА широко применяется в качестве высокоэффективного коагулянта в практике водоочистки и водоподготовки. Однако, в большинстве случаев коагулянты такого типа производятся в виде водных растворов, что несколько снижает их потребительские качества из-за необходимости применения специальной возвратной упаковочной тары, больших транспортных расходов и др. Поэтому задача получения ГОХА и других коагулянтов на его основе в твердом виде остаётся актуальной.

Ранее нами были предложены способы перевода жидкого ГОХА в кристаллическое состояние с помощью добавок хлоридов и сульфатов металлов, а также природного бишофита в качестве гелеобразующих компонентов [1 – 3]. Однако, добавки некоторых из неорганических солей повышают гигроскопичность конечного продукта, что приводит к его слеживаемости при длительном хранении.

На данном этапе исследований нам удалось устранить этот недостаток, применив в качестве структурирующего агента гексаметилентетраамин (СН₂)₆N₄ (ГМТА). В исходный жидкий коллоидный раствор ГОХА с динамической вязкостью 90–180 Па·с добавляли при перемешивании ГМТА, равномерно распределяя его по объёму. Выбор интервала концентраций вводимого ГМТА ограничивался по нижнему пределу (в массовом соотношении ГОХА : ГМТА = 1 : 0,01) большим временем перехода ГОХА в твердое состояние. По верхнему пределу (1 : 0,1) лимитировался тем, что при использовании полученного продукта в качестве коагулянта для очистки природной воды возможно превышение ПДК по ГМТА, которое составляло 0,5 мг/л. Результаты этой серии опытов при pH 4,0 представлены в табл. 1.

Ещё одним полезным свойством ГМТА является его способность структурироваться в сильнокислой среде, причём даже тогда, когда часть основных хлоридов алюминия находится в виде низкомолекулярного полимера. Сульфаты и хлориды металлов, а также бишофит в сильнокислой среде не переводят ГОХА в твердое состояние. Добавленный же ГМТА

связывает ионы водорода, pH повышается и ГОХА под действием образующегося многозарядного катиона $[C_6H_{12}N_4(H^+)_4]^{4+}$ переходит в твёрдое состояние (табл. 2).

Таблица 1

Влияние концентрации ГМТА на время структурирования ГОХА

№ п/п	Динамическая вязкость, Па·с	Масс. соотношение ГОХА : ГМТА	Время перехода ГОХА в твёрдую форму, мин
1	140 180	1 : 0,01	120 40
2	100 140 180	1 : 0,05	786 90 23
3	90 100 140 180	1 : 0,1	400 120 40 5

Таблица 2

Влияние вязкости раствора ГОХА на время перехода в твёрдое состояние (ГОХА : ГМТА = 1 : 0,1; pH 3,5)

№ п/п	Динамическая вязкость, Па·с	Время перехода ГОХА из жидкой фазы в твёрдую, мин
1	100	400
2	140	150
3	180	12

Таким образом, в процессе перехода ГОХА из коллоидного раствора в твёрдую фазу при добавлении ГМТА происходит образование комплексных соединений между атомами азота из ГМТА и ионами алюминия, при этом происходит структурирование по типу гелей.

Полученный твёрдый коагулянт обладает более высокой флокулирующей активностью, т.к. при гидролизе данного коагулянта высвобождается четырёхзарядный катион, который служит дополнительным коагулирующим агентом.

Данный продукт обладает сильным противомикробным и противобактериальным действием, поскольку структурирующий агент ГМТА применяют в медицине как дезинфицирующее средство.

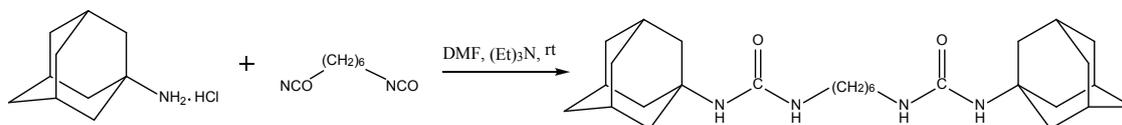


схема протекания реакции синтеза 1,6-(гексаметилен)бис[(адамант-1-ил)мочевины]

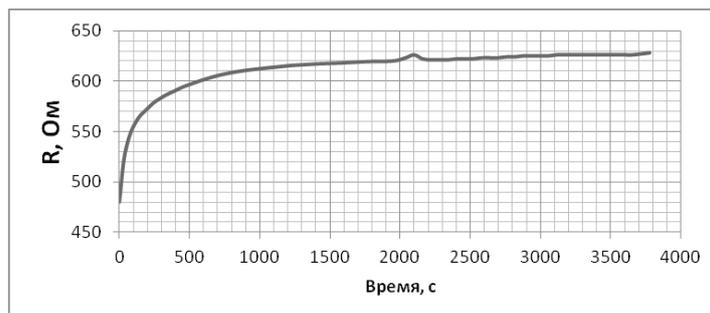


График зависимости сопротивления раствора от времени

Список литературы

1. Майер Н.А., Жохова О.К., Бутов Г.М. // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 7 (часть 2). – С. 105-106.
2. Блинов А.А., Жохова О.К., Бутов Г.М. // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 9. – С. 75-76.
3. Патент РФ № 2122973 / Новаков И.А., Быкадоров Н.У, Радченко С.С., Жохова О.К., Уткина Е.Е. – 1998. Бюл. № 34.

КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА АДАМАНТИЛСОДЕРЖАЩИХ ДИМОЧЕВИН

Мотченко А.О., Бурмистров В.В., Бутов Г. М., Данилов Д.В.

Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: Kuorri@gmail.com

В настоящее время широко исследована физиологическая активность производных адамантана, некоторые из них уже используются в качестве лекарственных препаратов. Биологическая активность этих соединений вызвана явно выраженной липофильной природой компактного каркасного углеводородного фрагмента. 1,3-Дизамещенные мочевины и тиомочевины, получаемые из изоцианатов активно исследуются в качестве полупродуктов для синтеза ингибиторов растворимой эпоксигидролазы. Их применяют в качестве нейромедиаторов, влияющих на кровяное давление и воспалительные процессы. В качестве одного из путей решения данной проблемы нами выбран синтез 1,3-дизамещенных димочевин – соединений содержащих сразу две адамантильные и две мочевиные группы. Нами разработаны подходы в создании структур 1,3-дизамещенных мочевины, позволяющие существенно улучшить параметры существующих в настоящее время наиболее эффективных ингибиторов.

Описание эксперимента

В электролитическую ячейку объемом 25 мл поочередно добавляем реагенты и замеряем сопротивление после каждого добавления: 25 мл ДМФА (R = 340 Ом); 2,12 г (0,011 моль) $AdNH_2 \cdot HCl$ (R=590 Ом); 1 г (0,006 моль) гексаметилендиизоцианата (R = 525 Ом); 1,2 г (0,012 моль) триэтиламина (R=475 Ом). После добавления последнего реагента в электролитической ячейке начинает протекать реакция синтеза 1,6-(гексаметилен)бис[(адамант-1-ил)мочевины] по схеме.

Протекание реакции сопровождается изменением электропроводности реакционной массы в электролитической ячейке. Значения сопротивления регистрируем каждые 30 секунд. Строим график зависимости сопротивления раствора от времени (рисунок).

На основе полученных данных, можно сделать вывод, что реакция завершается на 90% через 1 час, после начала реакции. Выход продукта после выделения составил 95%. Предложенный метод исследования позволяет оптимизировать время реакции, а также установить влияние строения исходных реагентов на их реакционную способность. Известные методы синтеза мочевины обычно проводят в течении 8-12 часов.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых кандидатов наук (проект № МК-5809.2015.3).

Список литературы

1. Бурмистров В.В., Першин В.В., Бутов Г.М. Синтез и химические свойства 1-изоцианато-3,5-диметиладамантана // Известия ВолГТУ: межвуз. сб. науч. ст. – Волгоград: ВолГТУ, 2012. – № 5(92).
2. Бутов Г.М., Першин В.В., Бурмистров В.В. Реакции 1,3-дегидроадамантана с органическими изоцианатами // Журнал органической химии. – 2011. – Т. 47. – Вып. 4. – С. 601-602.
3. Бутов Г.М., Мохов В.М., Бурмистров В.В., Саад К.Р., Питушкин Д.А. Реакции 1,3-дегидроадамантана с неорганическими бескислородными кислотами // Журнал органической химии. – 2014. – Т. 50. – № 9. – С. 1293-1295.
4. Burmistrov V., Morisseau C., Sing K., Lee S., Shihadih D.S., Harris T.R., Butov G.M., Bruce D. Hammock Symmetric adamantyl-diureas as soluble epoxide hydrolase inhibitors // Bioorg. Med. Chem. Lett. – 2014. – № 24.
5. Бурмистров В.В., Бутов Г.М., Данилов Д.В. Синтез и исследование свойств диадамантилсодержащих 1,3-дизамещенных димочевин // Известия ВолГТУ: межвуз. сб. науч. ст. – Волгоград: ВолГТУ, 2014. – № 22 (149). – С. 45-48.

СИНТЕЗ 1-((АДАМАНТ-1-ИЛ)МЕТИЛ)-3-(1Н-БЕНЗО[D]ИМИДАЗОЛ-2-ИЛ) МОЧЕВИНЫ

Мотченко А.О., Бурмистров В.В., Бутов Г. М., Данилов Д.В.

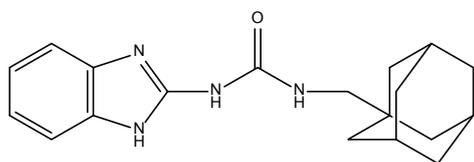
*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: Kuorri@gmail.com*

В последние годы все большее внимание различных исследователей привлекают производные адамантана, которые широко используются в различных отраслях науки и техники (медицина, полимерная химия и др.) Введение адамантильного радикала повышает, в целом, термическую стабильность вещества и его стойкость к окислению и радиационному облучению, что важно, в частности, при получении полимеров со специфическими свойствами.

Дидамантилсодержащие 1,3-дизамещенные мочевины вида Ad-Z-Ad (где Ad-1-адамантил, Z – спейсер) представляют интерес в качестве молекулярных составляющих для синтеза супрамолекулярных комплексов, в частности, ротаксанов или как мономеры для супрамолекулярных циклодекстриновых полимеров.

В продолжение нашей работы нами был синтезирована 1-((адамант-1-ил)метил)-3-(1Н-бензо[d]имидазол-2-ил) мочевины имеющая в своей структуре одну мочевиновую группу и метильный фрагмент являющийся спейсерским мостиком между мочевиной и адамантильной группами. Наличие в молекуле мочевины бензоимидазольного фрагмента вероятно окажет положительное влияние на растворимость полученного соединения в воде.

В качестве исходных соединений для получения целевого продукта использовался 1-изоцианатометиладамантан полученный по методике [4], а также 1Н-бензо[d]имидазол-2-амин, который является коммерчески доступным продуктом.



Реакцию получения 1-((адамант-1-ил)метил)-3-(1Н-бензо[d]имидазол-2-ил) мочевины проводили в диметилформамиде (ДМФА) при температуре 15-25°C и при соотношении реагентов 1:1. Реакционную смесь перемешивали в течение 4 часов после чего в реакцию вводили водный раствор 1N HCl, и смесь перемешивали ещё 30 минут. Кристаллический осадок отфильтровывали и промывали водой, а затем этилацетатом. Полученное твердое вещество сушили в вакууме. Образующаяся адамантилдизамещенная мочевины плохо растворима в ДМФА, что облегчало их выделение и очистку. Выход продукта после очистки составил 98%. Идентификацию состава и строения полученного соединения доказывали с помощью ТСХ, ЯМР ¹H-спектроскопии и масс-спектрометрии.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых кандидатов наук (проект № МК-5809.2015.3).

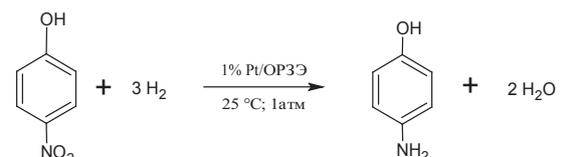
Список литературы

1. Бурмистров В.В., Першин В.В., Бутов Г.М. Синтез и химические свойства 1-изоцианато-3,5-диметиладамантана // Известия ВолГТУ: межвуз. сб. науч. ст. – Волгоград: ВолГТУ, 2012. – № 5(92). – С. 62-66.
2. Бутов Г.М., Першин В.В., Бурмистров В.В. Реакции 1,3-дегидроадамантана с органическими изоцианатами // Журнал органической химии. – 2011. – Т. 47. – Вып. 4. – С. 601-602.
3. Бутов Г.М., Мохов В.М., Бурмистров В.В., Саад К.Р., Питушкин Д.А. Реакции 1,3-дегидроадамантана с неорганическими бескислородными кислотами // Журнал органической химии. – 2014. – Т. 50. – № 9. – С. 1293-1295.
4. Burmistrov V., Morisseau C., Lee K.S.S., Shihadih D.S., Harris T.R., Butov G.M., D. Bruce. Hammock Symmetric adamantyl-diureas as soluble epoxide hydrolase inhibitors // Bioorg. Med. Chem. Lett. – 2014. – № 24. – С. 2193-2197.
5. Бурмистров В.В., Бутов Г.М., Данилов Д.В. Синтез и исследование свойств диадамантилсодержащих 1,3-дизамещенных димочевин // Известия ВолГТУ: межвуз. сб. науч. ст. – Волгоград: ВолГТУ, 2014. – № 22 (149). – Серия «Химия и технология элементарноорганических мономеров и полимерных материалов». – Вып. 13. – С. 45-48.
6. Белова А.М., Данилов Д.В., Бурмистров В.В., Бутов Г.М. // Современные наукоёмкие технологии. – 2014. – № 7-2. – С. 99.

ПОЛУЧЕНИЕ N-НИТРОФЕНОЛА НА НОВЫХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Москвичева М.А., Курунина Г.М., Зорина Г.И., Бутов Г.М. Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: galina1@mail.ru

Продукты гидрирования – амины и их производные используются в получении красителей, полимеров, инсектицидов и гербицидов, фармацевтических препаратов и т.д.. В промышленности аминами получают при высоких температурах. Цель работы – изучение реакций гидрирования n-нитрофенола на Pt катализаторах, содержащих оксиды Yb и Al. Катализаторы готовили методом нанесения платины на носитель (Yb₂O₃), в качестве катализатора сравнения использовали 1%Pt/Al₂O₃. Изучение кинетических характеристик реакции гидрирования n-нитрофенола проводили на установке [1], позволяющей измерять объем водорода. Ранее [2,3] в качестве среды гидрирования был выбран этиловый спирт. Реакция протекает по схеме:



Равномерность распределения активных компонентов по грануле катализаторов была оценена на растровом сканирующем микроскопе JSM-6390. На рисунке 1 приведены снимки 1% Pt катализатора, на-

нанесенного на Yb_2O_3 . Получены образцы с широким распределением размеров частиц.

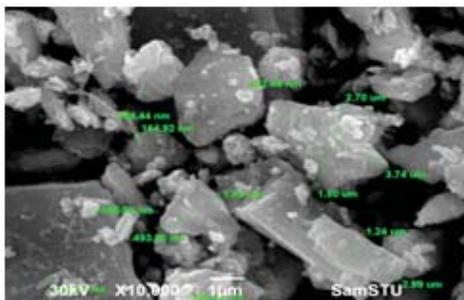


Рис. 1. Сканирующая электронная микроскопия для катализатора 1% Pt/ Yb_2O_3

Анализируя снимки, можно отметить, что метод приготовления каталитических систем позволяет равномерно распределить платину по гранулам оксида РЗЭ, а формирование каталитически активных центров происходит одновременно.

На рисунке 2 представлена зависимость степени превращения *n*-нитрофенола от времени для 1%Pt/ Yb_2O_3 и 1%Pt/ Al_2O_3 катализаторов.

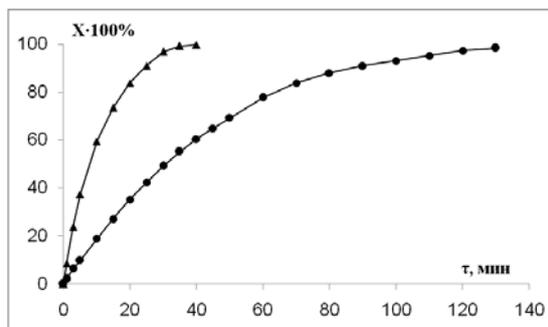


Рис. 2. Зависимость степени превращения *n*-нитрофенола от времени для 1%Pt/ Yb_2O_3 и 1%Pt/ Al_2O_3 катализаторов

Анализируя рисунок, можно отметить, что реакция протекает со 100% превращением. Время гидрирования *n*-нитрофенола на 1%Pt/ Yb_2O_3 катализаторе составляет 40 минут, тогда как для 1%Pt/ Al_2O_3 катализаторе для этого требуется 130 минут, что примерно в 3 раза меньше по сравнению с катализатором сравнения. Интегральным методом рассчитаны кинетические характеристики реакции, определен порядок реакции: первый по *n*-нитрофенолу.

В связи удорожанием ингредиентов резиновой смеси импортного производства, мы предлагаем использовать полученный *n*-аминофенол в качестве антиоксиданта, защищающего резину на основе натурального и синтетических каучуков от термоокислительного и светоозонового старения и разрушения при деформациях. В настоящее время мы приступили к лабораторным испытаниям.

Список литературы

1. Бутов Г.М., Зорина Г.И., Курунина Г.М. Жидкофазное гидрирование бензальдегида на 1% платиновых катализаторах, нанесенных на оксиды редкоземельных элементов // Химическая промышленность сегодня. – 2009. – № 2. – С. 3-6.
2. Мазаева А.О., Костенко Н.В., Зорина Г.И., Курунина Г.М., Бутов Г.М. Термодинамический анализ реакции гидрирования *n*-нитрофенола и выбор растворителя // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 1. – С. 176-177.
3. Бутов Г.М., Зорина Г.И., Курунина Г.М. Изучение влияния концентрации этилового спирта на скорость гидрирования *n*-нитротолуола на платиновых катализаторах, нанесенных на оксид гадолиния // Известия ВолгГТУ. Серия "Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов". – Вып. 6: межвуз. сб. науч. ст. – Волгоград: ВолгГТУ, 2009. – № 2. – С. 87-90.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ ЛИНИИ СИНТЕЗА МТБЭ С УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ КОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ

Ромашкина В.В., Лапшина С.В.

Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного
технического университета, Волжский,
e-mail: lerochka.romashkina@mail.ru

Метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ) – эффективный нетоксичный высокооктановый компонент автомобильного бензина. Вовлечение нетоксичных оксигенатов в качестве высокооктановых компонентов моторных топлив позволяет получать высокооктановый бензин без вовлечения ароматических углеводородов.

Введение МТБЭ в бензин существенно повышает детонационную стойкость бензинов, а также улучшает экономические и мощностные характеристики двигателей, снижает количество вредных выбросов.

В мире признано и доказано, что МТБЭ является наиболее эффективной высокооктановой добавкой (суммарно по всем показателям). В настоящее время в нашей стране МТБЭ занял одно из ведущих позиций среди других высокооктановых компонентов, вытеснивших тетраэтилсвинец (ТЭС).

Качество выпускаемой на ОАО «ЭКТОС-Волга» продукции соответствует марке А (наивысшее качество) согласно требованиям ТУ, что подтверждается отсутствием претензий от потребителей на протяжении более 10 лет.

ШФ: пропан-пропиленовая фракция получается путем конденсации побочного продукта абгаза производства изобутан-изобутиленовой фракции.

Фракция пропан-пропиленовая (ТУ 0272-024-00151638-99) является малоопасным легковоспламеняющимся газом со специфическим характерным запахом и содержанием пропилена 25-65% в зависимости от марки. Пропан-пропиленовая фракция востребована на рынке и направляется потребителю для дальнейшего использования [1].

В работе особое внимание уделено процессу ректификации МТБЭ, как основному при линии синтеза МТБЭ. Ректификация производится в тарельчатой колонне, под давлением 0,88 МПа, температурой 200°C.

Основной проблемой синтеза МТБЭ является наличие агрессивной пожароопасной и взрывоопасной среды в аппарате, работающем при высокой температуре и давлении [2].

На предприятии ОАО «ЭКТОС-Волга» используется ректификационная колонна с колпачковыми тарелками.

Однако проводя изучение современного состояния проблемы, мы выяснили, что используемые на предприятии контактные устройства имеют ряд недостатков: недостаточно высокая эффективность массообмена по Мерфри вследствие недостаточного тесного контакта газа (пара) и жидкости и значительного обратного перемешивания жидкости на тарелке, так как перфорации для прохода газа (пара) в барботажный слой жидкости на тарелке выполнены только в боковых стенках колпачка и имеют большие линейные размеры для обеспечения необходимого сечения для прохода газа (пара), составляющего в среднем около 10% от полного поперечного сечения колонны, в результате не обеспечивается высокая степень диспергирования газа (пара) в жидкости, кроме того часть жидкости, расположенная в периферийной части плиты тарелки у стенок колонны не

взаимодействует с газом (паром), так как не подвергается барботажу [3].

Кроме того, используемые колпачки являются элементами с малым сроком службы и требуют замены при каждом текущем ремонте, в связи с этим значительные затраты средств предприятия направлены на установку «запасных» тарелок и изготовление колпачков, да и сама конструкция контактного устройства ограничивает скорость газового потока. Да и как показывает мировая практика в последнее время клапанные тарелки занимают лидирующее место по использованию.

В результате проведенного мною патентного обзора установила, что клапанные тарелки обеспечивают повышение эффективности контакта фаз при повышенных паровых нагрузках за счет повышения степени гидравлической компенсации прямооточной составляющей скорости парового потока и увеличения времени контакта фаз на тарелке. Клапанная тарелка включает основание с отверстиями и установленными в них пластинчатыми клапанами, ширина крышки которых сужается в направлении к сливной перегородке. Задняя часть крышки клапана со стороны приемного кармана выполнена прямоугольной формы. Поток пара, выходящего в зоне прямоугольной части клапана, направлен перпендикулярно общему направлению движения жидкости на тарелке и способствует дополнительной гидравлической компенсации прямооточной составляющей скорости потока паров, выходящих в зоне сужающейся части крышки клапана. Это обеспечивает увеличение времени контакта фаз, повышение эффективности [4].

Из выше сказанного предлагаю использовать разработку изобретения прямооточной клапанно-ситчатой тарелки для массообменных аппаратов, обеспечивающей увеличение поверхности контакта взаимодействующих фаз и повышение эффективности массопередачи за счет повышения степени турбулизации потоков и повышения запаса жидкости [5] при производстве МТБЭ на ОАО «ЭКТОС-Волга».

Список литературы

1. Группа компаний "Эктос". 2006-2012.
2. Технологический регламент ОАО «ЭКТОС-Волга».
3. Патент RU №2097094, B01D3/20 – барботажные колпачки; стаканы для прохода паров; сливные трубы для жидкости, Слободяник И.П., Колпачковая тарелка.
4. Патент РФ № 2135251, B01D3/18, B01D3/30, Калимуллин М.М., Набережнев В.В., Чекушев В.Г., Миннуллин М.Н., Ганцев В.А., Клапанная тарелка, опубликован 27.08.1999.
5. Патент №2004135058/15, Вихман А.Г. (Ru), Щелкунов В.А. (Ru), Ксенофонтов К.Е. (Ru), Прямоточная клапанно-ситчатая тарелка для массообменных аппаратов, опубликован 20.05.2006.

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГАЗА В КОЖУХОТРУБНЫХ РЕАКТОРАХ

Соболева Е.К.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного
технического университета, Волжский,
e-mail: katya_soboleva_k@mail.ru*

На данный момент кожухотрубные аппараты получили широкое распространение. Они применяются для проведения химических реакций и термохимических процессов между различными жидкими и газообразными веществами с возможностью изменения их агрегатного состояния. Кожухотрубные реактора часто используются для проведения реакций при высоких температурах и давлениях.

Кожухотрубные реактора широко применяются в химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, что обусловлено высокой

надежностью конструкции, возможностью изменения их конструкции для заданных условий эксплуатации.

В связи с широким распространением реакторов кожухотрубного типа возникает необходимость повышения их эффективности. Для этого необходимо усовершенствовать их конструкцию. В ВПИ (филиал) ВолгГТУ уделяется большое внимание изучению условий эксплуатации реакторов и их конструкции [1, 2, 3].

Существенный недостаток реакторов кожухотрубного типа проявляется в том, что в их конструкции не предусмотрена возможность равномерного распределения газа для прохождения его через слой катализатора. Что в свою очередь приводит к колебанию температуры в зоне реакции. Известно, что колебание температур отрицательно влияет на процесс протекания химической реакции и качество получаемого продукта. В случае экзотермической реакции, возникает опасность потери материалом катализатора своих свойств и как следствие, уменьшения его срока службы.

Одним из способов решения данной проблемы может быть использование устройства для равномерного распределения потоков вещества в пространстве аппарата – распределительное устройство.

На сегодняшний день существует несколько видов распределительных устройств. Примерами распределителей газа могут быть пористые пластины и трубки, также возможно использование динамических газовых форсунок [4].

Кроме того, используются целые системы распределения газа, которые включают в себя устройства из трубок для подачи газа [5]. Например, горизонтальная распределительная труба, оснащенная большим количеством горизонтальных боковых трубок.

Известная конструкция кожухотрубчатого реактора, в котором распределение сырья по реакционным трубкам осуществляется через прямоугольные щелевые отверстия на конце трубок [6].

Таким образом, повышение эффективности работы и производительности кожухотрубного каталитического реактора с обработкой газовых реагентов можно осуществить за счет использования распределительных устройств. Применение распределительных устройств в реакторе позволяет повысить его производительность и качество получаемого продукта.

Список литературы

1. Анализ работы газораспределительных устройств [Электронный ресурс] / В.Н. Харитонов, О.А. Тишин, Н.Ю. Бердникова // 11-я научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ВПИ (филиал) ВолгГТУ (г. Волжский, 27-28 янв. 2012 г.): сб. матер. конф. – Волгоград: ВПИ (филиал) ВолгГТУ, 2012. – С. 214-215.
2. Выбор катализатора и условий работы трубчатого каталитического реактора / О.А. Тишин, Е.В. Климова, В.Н. Харитонов, Т.В. Рудакова, В.А. Иванов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2011. – Т. 17, № 2. – С. 403-409.
3. Особенности замера температуры в трубчатых каталитических реакторах / О.А. Тишин, Е.В. Климова, В.Н. Харитонов, Т.В. Рудакова, В.А. Иванов // Известия ВолгГТУ. Серия «Реология, процессы и аппараты химической технологии». Вып. 4: межвуз. сб. науч. ст. – Волгоград: ВолгГТУ, 2011. – № 1. – С. 61-65.
4. Пат. 1134230 Российская Федерация, МПК B01J8/00. Кожухотрубный реактор / Михайлов Г.М.; опубл. 15.04.85 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet.
5. Пат. 2080914 Российская Федерация, МПК B01J8/00 Кожухотрубчатый реактор / Панкратов А.В., Мингараев С.С., Ратовский Ю.Ю.; правообладатель ОАО "Уфанефтехим" заявл. 11.04.1994; опубл. 10.06.1997. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2080914>.
6. Пат. 2365407 Российская Федерация, МПК B01J8/22. Распределитель газа для реактора/ Схрауен Ф.И.; Шелл И.М.; заявл. 07.03.2005; опубл. 27.08.2009. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2365407>.

ОСОБЕННОСТИ СОРБЦИИ ИОНОВ МЕДИ (II) ХЕМОСОРБЕНТОМИ НА ОСНОВЕ ПОЛИКАПРОАМИДА

Соколов А.М., Перевалова Е.А., Бутов Г.М.

Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: vlz18@yandex.ru

Волокнистые сорбционные материалы достаточно широко используются для решения экологических проблем, в частности, для очистки различных сред [1]. Использование полимерных сорбентов волокнистой структуры позволяет проводить процессы очистки с высокой эффективностью по сравнению с гранулированными сорбентами.

Для получения таких материалов широко используют химическую модификацию известных волокон, в частности поликапроамидного (ПКА), путем синтеза привитых сополимеров (ПСП). Это направление перспективно для изменения физико-химических свойств высокомолекулярных соединений и позволяет направленно изменять как химический состав, так и структуру полимера, придавая известным ранее соединениям новые свойства.

Ранее нами были получены ПСП на основе ПКА различного состава [2,3,4]. Для дальнейших исследований были отобраны образцы с одинаковым содержанием ПСП (25-30%): 1-ПКА – метакриловая кислота (МАК), 2-ПКА – винилацетат (ВА), 3-ПКА – глицидилметакрилат (ГМА). Статическая обменная емкость по катионам для данных образцов составила 2,5-3,0 мг-экв/г.

Сорбционные свойства волокнистых материалов изучались на модельных водных растворах (рисунок), содержащих 1 г/л ионов меди (II). Проведенные исследования показали, максимальная скорость извлечения ионов меди для всех образцов наблюдается в первые 20 минут. Образец №1 за этот период извлекает до 80% ионов меди из раствора, в то время как образцы №2 и №3 – только порядка 20%. Основное количество исследуемого компонента всеми образцами извлекается за 50 мин. Дальнейшее увеличение продолжительности сорбции не оказывает существенного влияния на извлечение ионов меди из раствора.

Таким образом, проведенные исследования показали, что волокно, содержащее в своих привитых цепях фрагменты ПГМА, является более эффективным хемосорбентом по отношению к ионам меди, чем волокно, модифицированное МАК и ВА.

Список литературы

1. Стеценко О.В. Изучение сорбционной активности привитых сополимеров на основе поликапроамида / Стеценко О.В., Перевалова Е.А., Бутов Г.М. // Современные наукоёмкие технологии. – 2013. – № 9.

2. Перевалова Е.А. Изучение привитой сополимеризации поликапроамида и глицидилового эфира метакриловой кислоты в присутствии различных иницирующих систем / Перевалова Е.А., Бутов Г.М., Воронина А.Д. // Современные наукоёмкие технологии. – 2010. – № 5.

3. Изучение реакции привитой полимеризации поликапроамида и винилацетата / Киба А.А., Стеценко О.В., Перевалова Е.А., Бутов Г.М. // Современные наукоёмкие технологии. – 2014. – № 7 (ч. 2). – С. 103.

4. Киба А.А. Один из способов использования отходов поликапроамидного производства / Киба А.А., Перевалова Е.А., Бутов Г.М. // Современные наукоёмкие технологии. – 2014. – № 7 (ч. 2).

СПОСОБ ОЧИСТКИ ИЗОМЕРНЫХ АМАНТИЛСОДЕРЖАЩИХ ИЗОТИОЦИАНАТОВ

Хужаяров Д.Т., Бурмистров В.В.,
Питушкин Д.А., Бутов Г.М.

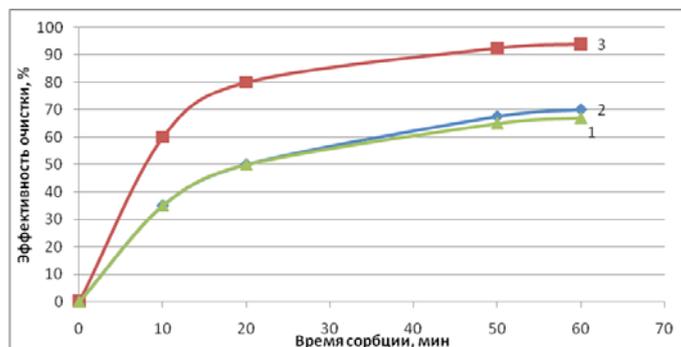
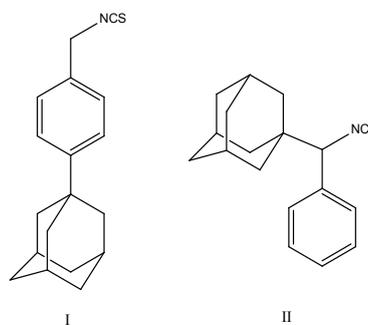
Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: ironstalker125@mail.ru

Изоотиоцианаты (горчичные масла) – это органические соединения, содержащие функциональную группу группу $-N=C=S$, сернистые аналоги изоцианатов. Изоотиоцианаты называют горчичными маслами, так как один из них, аллиловое горчичное масло, является продуктом гидролиза содержащегося в семенах горчицы глюкозида. Используются в органическом синтезе и органическом анализе.

Изоотиоцианаты представляют интерес как перспективные промежуточные соединения для синтеза биологически активных веществ. Например, получаемые на их основе тиогидантоины применяются для лечения рака простаты, лечения злокачественной гипертермии, злокачественного нейролептического синдрома, мышечной спастичности и интоксикации. На основе изоотиоцианатов получают тиогидантоины, которые находят применение не только в медицине.

Экспериментальная часть.

В результате синтеза получена смесь изомерных адамантилсодержащих изоотиоцианатов:



Сорбционные свойства сополимеров
Условия: $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $C(\text{Cu}^{2+}) = 1\text{ г/л}$; 1-ПКА-МАК; 2-ПКА-ВА; 3-ПКА-ГМА

Разделение изомеров I и II перегонкой или перекристаллизацией не представляется возможным ввиду незначительных различий в температуре кипения и растворимости. Поэтому для разделения изомерных

адамантилсодержащих изотиоцианатов был выбран метод колоночной хроматографии. Бензол в качестве элюента был выбран методом тонкослойной хроматографии (рис. 1, 2).

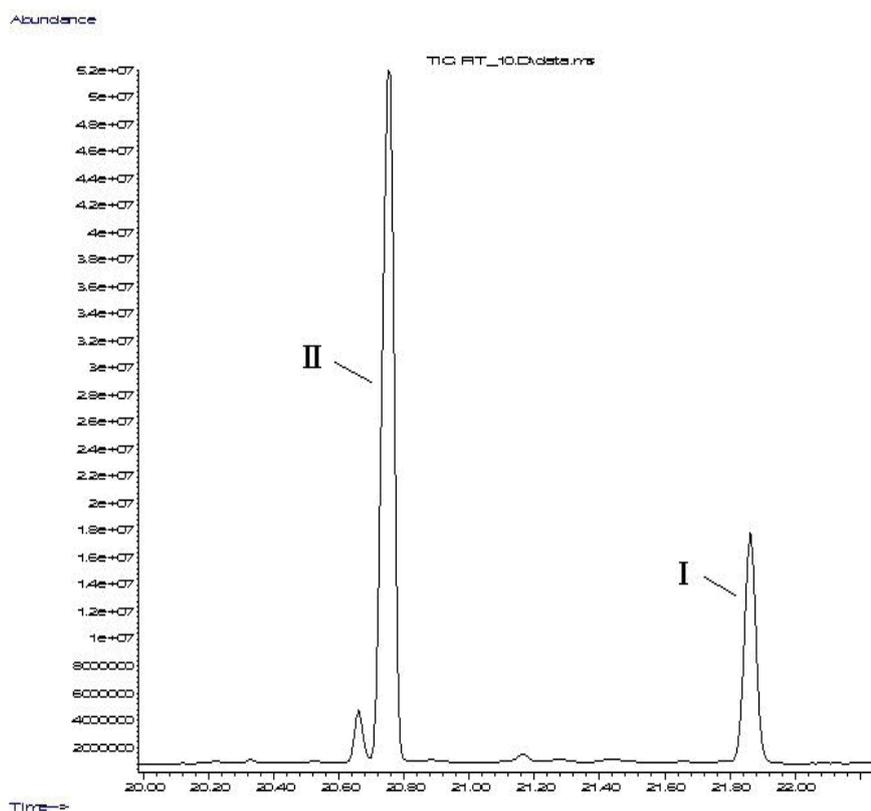


Рис. 1. Хроматограмма реакционной смеси содержащая смесь изомеров I и II

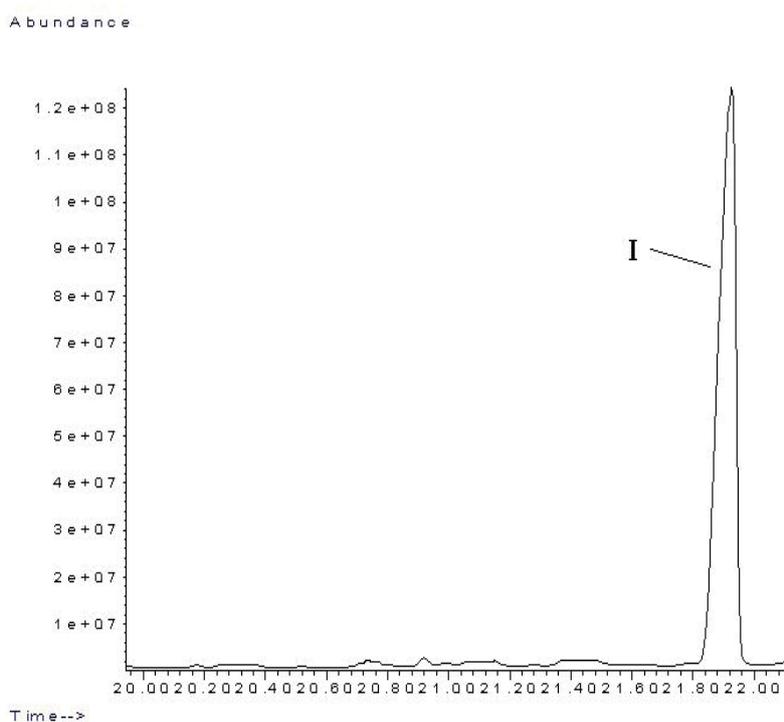


Рис. 2. Хроматограмма объединенной массы пробирок 5-7 колоночной хроматографии

Таким образом колоночная хроматография на силикагеле с бензолом в качестве элюента может быть эффективным способом разделения изомерных изоцианатов.

Список литературы

1. Бурмистров В.В., Першин В.В., Бутов Г.М. Синтез и химические свойства 1-изоцианато-3,5-диметиладамантана // Известия ВолГТУ: межвуз. сб. науч. ст. – Волгоград: ВолГТУ, 2012. – № 5(92). – С. 62–66.
2. Бутов Г.М., Першин В.В., Бурмистров В.В. Реакции 1,3-дегидроадамантана с органическими изоцианатами // Журнал органической химии. – 2011. – Т. 47. – Вып. 4. – С. 601-602.

3. Бутов Г.М., Мохов В.М., Бурмистров В.В., Саад К.Р., Питушкин Д.А. Реакции 1,3-дегидроадамантана с неорганическими бескислородными кислотами // Журнал органической химии. – 2014. – Т. 50. – № 9. – С. 1293-1295.

4. Burmistrov V., Morisseau C., Lee K.S.S., Shihadih D.S., Harris T.R., Butov G.M., Bruce D. Symmetric adamantyl-diureas as soluble epoxide hydrolase inhibitors // Bioorg. Med. Chem. Lett. – 2014. – № 24. – P. 2193-2197.

5. Бурмистров В.В., Бутов Г.М., Питушкин Д.А. Синтез и исследование биологической активности адамантилсодержащих 1,3-дизамещенных тиомочевин // Известия ВолГТУ: межвуз. сб. науч. ст. – Волгоград: ВолГТУ, 2014. – № 22 (149). – Серия «Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов». – Вып. 13. – С. 42-45.

Секция «Физико-химический анализ-методы и средства» научный руководитель – Боровская Людмила Васильевна, канд. хим. наук, доцент, профессор РАЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО ХОЛЕСТЕРИНА ПРИ ПОМОЩИ МОДИФИЦИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОДА

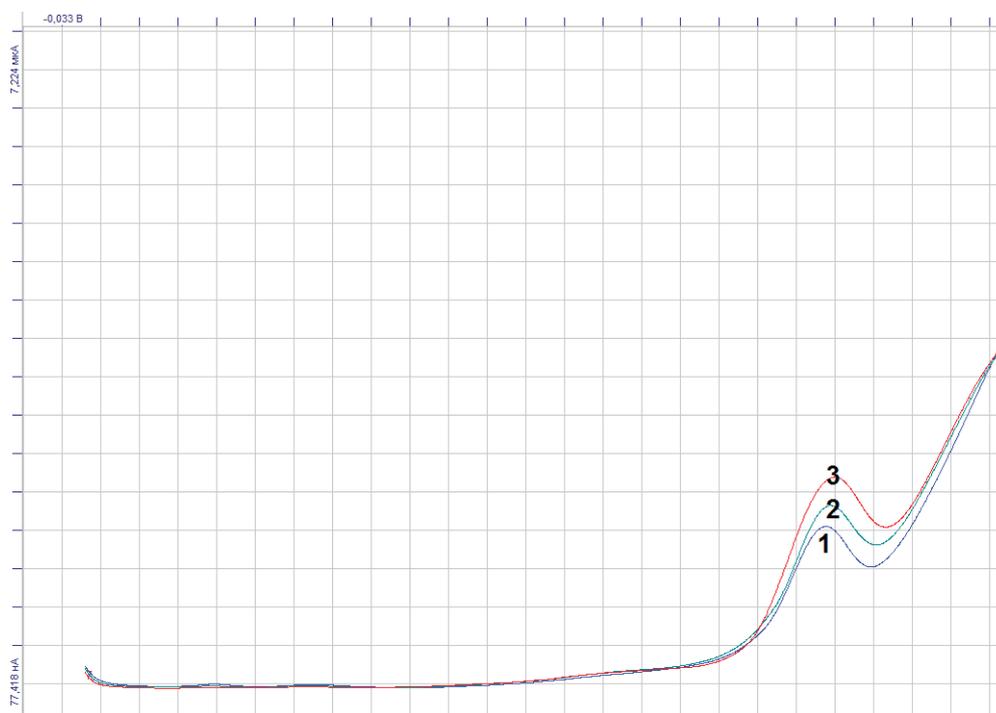
Чулкова И.В., Дёрина К.В., Тайшибекова Е.К.,
Дорожко Е.В., Короткова Е.И.

Национальный исследовательский Томский
политехнический университет, Томск,
e-mail: irina-golovnina92@mail.ru

Холестерин – жизненноважное соединение в нашем организме, которое участвует в синтезе витамина D, различных стероидных гормонов, женских половых гормонов эстрогена и прогестерона, мужского полового гормона тестостерона, играет важную роль в деятельности нервной и иммунной системы, кроме того холестерин участвует в липидном обмене. Как известно, повышенное содержание холестерина в крови человека может привести к заболеваниям сердечно-сосудистой системы, а именно излишний жир не может полностью транспортироваться липопроте-

идами высокой плотности и выводиться из организма. Таким образом, холестерин может накапливаться на стенках кровеносных сосудов в виде бляшек, которые затрудняют движение крови, тем самым, делая сосуды более жесткими, что служит причиной развития ишемической болезни сердца, инфаркта или инсульта. По статистике Всемирной Организации Здравоохранения сердечно сосудистые заболевания являются основной причиной смерти во всем мире [1]. Поэтому, контроль содержания холестерина в крови человека и продуктах питания очень важен.

Определение холестерина физико-химическим методом достаточно трудоемкий процесс. Создание электрохимического сенсора упрощает задачу, вследствие того, что сенсор обеспечивает высокую экспрессность. Вольтамперометрическое определение зависит от природы материала электрода, а также зависит от потенциала, при котором происходит реакция с участием определяемого компонента на электроде [2] (рисунок).



Вольтамперограмма электровосстановления холестерина на модифицированном электроде:

1 – фоновый электролит, 2 – в присутствии $1 \cdot 10^{-6}$ моль/дм³ холестерина, 3 – в присутствии $2 \cdot 10^{-6}$ моль/дм³ холестерина

Сам холестерин не дает селективного отклика, поэтому поверхность рабочего электрода модифицировалась ди-2,6-N-ацетил-2,4,6,8-тетраазабицикло[3.3.0]октан-3,7-дион-дифос-фоновой кислотой. Нанесение модификатора осуществлялось электрохимически, благодаря модификатору удалось получить отклик при потенциале около 1,7 В в катодной области. При увеличении концентрации холестерина в ячейке наблюдается сдвиг потенциала, что объясняется образованием комплекса при взаимодействии холестерина и модификатора.

В дальнейшем планируется апробация полученной системы на реальных объектах, в частности, продуктах питания.

Список литературы

1. Roth G.A., Fihn S.D., Mokdad A.H., Aekplakorn W., Hasegawa T., S.S. Lim High total serum cholesterol, medication coverage and therapeutic control: an analysis of national health examination survey data from eight countries // Bulletin of the World Health Organization. – 2011. – № 89(2). – Feb 1. – P. 92–101.
2. Будников Г.К. Биосенсоры как новый тип аналитических устройств // Соросовский образовательный журнал / под ред. Соيفер В.Н. – 1998. – №3. – Вып. 10.

**Секция «Химия. Теория, эксперимент, преподавание»
научный руководитель – Ивашкевич Александр Николаевич,
доктор хим. наук, профессор, академик РАЕ**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОЕМКОСТИ ЖИДКОСТЕЙ

Курлаева А.А., Веколова В.В.

Московский государственный областной
социально-гуманитарный институт, Коломна,
e-mail: Kurlaeva.anastas@mail.ru

Значения теплоемкостей веществ необходимы, например, при расчетах энергетического баланса производственных процессов, который наряду с материальным балансом лежит в основе оценки экономической эффективности производства.

В данной работе предложена схема простейшей установки, которая может быть использована для определения теплоемкостей жидкостей, в частности, при организации лабораторного практикума на факультативных и элективных курсах в школе, и оценить ее эффективность на примере определения удельной теплоемкости ацетона и гексана.

Схема установки представлена на рисунке: калориметрический стакан (стеклянный стакан с изотермической оболочкой (например, из пенопласта) с крышкой из пенопласта), установленный на магнитную мешалку, нагреватель – кипятильник (обеспечивающий нагревание жидкости на 0,2-0,3°C/мин), соединенный с выпрямителем тока со стабилизированным напряжением и амперметром, термометр Бекмана.

Реактивы: ацетон, гексан; вода дист.

Ход работы: 1. Определение водяного числа.

Водяным числом C_B называют количество теплоты, необходимое для нагревания калориметра без жидкости на 1°C.



Схема установки, которая может быть использована для определения теплоемкостей жидкостей

В калориметрический стакан наливается 300±0.02 г дист. воды и в него помещается нагреватель. Когда температура станет постоянной, одновременно включается собранная цепь, магнитная мешалка, секундомер и измеряется время, в течение которого температура поднимается на 1°C. Опыт повторяется 3 раза. Результаты измерений представлены в таблице 1.

$$C_B = C_{к.в.} - C_{P_{H_2O}} \cdot m_{H_2O} - \text{водяное число};$$

$$\bar{C}_B = \frac{C_{B1} + C_{B2} + C_{B3}}{3}; \Delta C_B = |C_B - \bar{C}_B|$$

$C_p = 4,18$ Дж/г*К (при комн. темп. 25°C) – изобарная удельная теплоемкость воды.

Таблица 1

Результаты измерений при определении водяного числа C_B

№	I, А	U, В	ΔT, К	Время, t, сек	$C_{к.в.}$, Дж/К	Водяное число, C_B , Дж/К	ΔC_B , Дж/К
1	0,37	30	1	174,0	1931	677	33
2				180,0	1998	744	34
3				176,8	1963	709	1
Ср. знач.:				176,9	1964	710	23

$$C_{к.в.} = \frac{I_B U_B t_B}{\Delta T} - \text{теплоемкость калориметра с водой}$$

2. Определение теплоемкости ацетона и гексана

В стакан наливается 300±0.02 г исследуемой жидкости и измеряется изменение температуры за время, полученное в п.1 (t=176,9 сек). Результаты измерений представлены в табл. 2.

$$C_p \text{ ацет. справ.} = 1,29 \text{ Дж/г*К};$$

$$C_p \text{ гекс. справ.} = 1,66 \text{ Дж/г*К};$$

$$C_{к.ж.} = \frac{I_B U_B t_B}{\Delta T} - \text{теплоемкость калориметра с исследуемой жидкостью}$$

$$C_{P.ж.} = \frac{C_{к.ж.} - C_B}{m_{H_2O}} - \text{изобарная удельная теплоемкость исследуемой жидкости}$$

$$\bar{C}_{P.ж.} = \frac{C_{P.ж.1} + C_{P.ж.2} + C_{P.ж.3}}{3}$$

Результаты измерений при определении теплоемкости ацетона и гексана

№	I, A	U, B	t, сек	Ацетон			Гексан		
				ΔT, K	C _{к.ж.} [?] Дж/К	C _{р.ж. ацет.} [?] Дж/г*К	ΔT, K	C _{к.ж.} [?] Дж/К	C _{р.ж. гекс.} [?] Дж/г*К
1	0,37	30	176,9	1,80	1090,88	1,27	1,57	1250,69	1,80
2				1,69	1161,89	1,51	1,62	1212,09	1,67
3				1,74	1128,50	1,40	1,72	1141,62	1,44
Ср. знач.:				1,74	1127,09	1,39	1,64	1201,47	1,64

2. Оценка погрешностей.

$$\frac{\Delta C_{к.ж.}}{C_{к.ж.}} = \frac{\Delta I_{ж.}}{I_{ж.}} + \frac{\Delta U_{ж.}}{U_{ж.}} + \frac{\Delta t_{ж.}}{t_{ж.}} + \frac{2 \cdot (\Delta T)'}{\Delta T_{ж.}}$$

– оценка погрешности приборов

Погрешности в измерениях :

$$\Delta I_{ж.} = 0,025 \text{ A}; \Delta U_{ж.} = 0,5 \text{ B};$$

$$\Delta t_{ж.} = 0,2 \text{ сек}; 2 \cdot (\Delta T)' = 0,01 \text{ K}$$

$$\varepsilon = \frac{|\Delta C_p|}{C_p \text{ справ.}} \times 100\%$$

$$\text{Вода: } \frac{\Delta C_{к.ж.}}{C_{к.ж.}} \approx 9,54\%$$

$$\text{Ацетон: } \frac{\Delta C_{к.ж.}}{C_{к.ж.}} \approx 9,11\%; \varepsilon=7,7\%$$

$$\text{Гексан: } \frac{\Delta C_{к.ж.}}{C_{к.ж.}} \approx 9,15\%; \varepsilon=1,2\%$$

Несмотря на значительную погрешность приборов (9,1-9,5%) экспериментальные данные близки к справочным. Т.о., можно сделать вывод, что предложенная установка пригодна для использования при обучении химии.

**ПРИМЕНЕНИЕ КУРСА
«ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ ХИМИЯ» ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ
ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
В МЛАДШЕЙ ШКОЛЕ**

Чумичев А.А.

*Московский государственный областной
социально-гуманитарный институт, Коломна,
e-mail: ahdrew08@mail.ru*

Химия как предмет вводится в школу только в среднем звене, а интерес к занимательным опытам, необычным явлениям у детей проявляется гораздо раньше. Важно обнаружить, поддержать, сохранить и развить этот интерес еще с самого малого возраста.

Формирование естественнонаучной картины мира нужно начинать на начальных этапах обучения, с младшей школы. Ведь уроки химии дают детям довольно много необходимых навыков и знаний. Дети учатся размышлять, прогнозировать и предвидеть. У них развивается наблюдательность, абстрактное мышление, улучшается логика и аналитические способности, появляются исследовательские навыки и чувство вещества. Знания по химии необходимы в любой деятельности, каждый день и, несомненно,

пригодятся ребенку, а впоследствии взрослому, в течение всей его жизни.

Одним из средств решения этой задачи является внеурочная деятельность. Под внеурочной деятельностью в рамках реализации ФГОС НОО понимают образовательную деятельность, осуществляемую в формах, отличных от классно-урочной, и направленную на достижение планируемых результатов освоения основной образовательной программы.

На основе детского клуба дошкольного и школьного образования была организована работа с детьми шести – семи лет по программе раннего развития. Одним из модулей этой программы является курс «Занимательная химия». Этот курс содержит 4 блока: «Воздух», «Вода и растворы», «Электричество», «Минераль» и рассчитан на 12 часов обучения. Цель таких занятий – пробудить познавательный интерес к химии и ко всему, что с ней связано, дать необходимые, актуальные для детей знания, познакомить учащихся с химическими понятиями и объектами и определить их практическое применение, научить проводить химические опыты, воспитать культуру труда во время проведения химического эксперимента, развить навыки работы с химическим оборудованием, дать четкое и понятное объяснение наблюдаемым явлениям, и в итоге расширить кругозор детей, дать им необходимые ориентиры и навыки в жизни, помочь в формировании ясной картины мира.

На первом занятии происходит знакомство детей с учителем и друг с другом. Важно создать легкую, дружелюбную атмосферу, чтобы детям было комфортно чувствовать себя в окружении учителя и товарищей. Для облегчения этой задачи применяются различные развлекательные игры на знакомство, помогающие детям раскрепоститься, рассказать о себе и узнать о других. Затем идет один из самых необходимых этапов проведения каждого занятия – ознакомление с техникой безопасности при работе с химическим оборудованием в классе. Учитывая возраст детей и их неумение концентрироваться долго на теоретическом материале, информация по технике безопасности дается в короткой, но содержательной и легко запоминающейся форме. После ознакомления с правилами поведения на уроках занимательной химии дети готовы получать новые знания и делать интересные опыты. Начинается этап объяснения нового материала.

В первом блоке «Воздух» раскрываются такие вопросы как определение воздуха, его состав и свойства, проблемы загрязнения, вред грязного воздуха, и т.д. Теоретический материал дается вместе с практическим, то есть вместе с объяснениями показываются опыты, дающие наглядную картину и помогающие лучше усваивать и запоминать информацию. Учитель демонстрирует опыт, а затем дети принимают в нем непосредственное участие. Подобным образом проходят занятия по всем блокам данного курса.

Название опыта	Используемый материал	Выполнение опыта	Что происходит
Властелин воды	Глубокая форма для выпечки, молотый перец, жидкое мыло, вода	В форму наливаем воду. Затем посыпаем поверхность молотым перцем. Макните палец в жидкое мыло и дотроньтесь до поверхности. Результат виден сразу же – мелкий перец начинает бежать от пальца в разные стороны.	Мыло меняет натяжение воды и перец стремится от вашего пальца к краям посуды, где натяжение выше.
Синхронное плавание зубочисток	Миска с чистой водой, 5-7 зубочисток, кубик сахара, небольшой кусочек мыла.	Аккуратно кладем зубочистки на поверхность воды в произвольном порядке, главное, чтобы они не соприкасались. Заставим их сбежаться к центру нашей посуды! Для этого кладем в середину миски сахар – и зубочистки спешат к центру. Теперь пусть бегут враспынную – кладите в то же место мыло. Теперь зубочистки спешат так же, только в разные стороны!	Сахар впитывает влагу, и зубочистки стремятся к созданному «водовороту», если можно так выразиться. Мыло, в свою очередь, создает дисбаланс в натяжении воды – в центре миски оно становится слабее, и деревяшки стремятся туда, где натяжение поверхности более сильно.

В блоке «Вода и растворы» объясняется понятие воды, ее свойств и агрегатных состояний, нахождения в природе, значение в жизни человека и всех живых существ. Важно взаимодействие учителя с детьми и предоставление им возможности самим думать и размышлять над ответами на заданные вопросы. Как и в предыдущем блоке детям дается возможность на опытах убедиться в различных свойствах воды. К примеру, вот некоторые из опытов, демонстрирующие такое свойство воды как натяжение (таблица).

Следующий блок «Электричество» освещает такие вопросы как статическое электричество, проводники, положительные и отрицательные заряды, притяжение и отталкивание заряженных частиц. В последнем блоке рассказывается о минералах, их разновидностях и видах, формах нахождения в природе, свойствах. Данная тема особенно интересна для де-

тей, так как на занятии они могут наглядно увидеть разновидности кристаллов, и, более того, попробовать самостоятельно их вырастить.

По окончании курса дети глубже узнают такой предмет как химия. Они начинают понимать, что химия – одна из основополагающих наук, ведь все, что нас окружает, состоит из различных химических соединений. Учащиеся не только приобретают новые знания в области химии, проведении химических опытов и возможности определить вещество по основным свойствам, но и развивают не связанные с областью химии, однако необходимые в жизни, качества, такие как уверенность, самостоятельность, трудолюбие, внимательность, способность работы в команде, аккуратность, настойчивость, а также много других полезных навыков, помогающих ребенку успешно двигаться на пути к самоопределению.

**Секция «Информационные технологии»
научный руководитель – Габитов Фанзиль Рамилович, учитель химии**

**КОНЦЕПЦИЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ
В СЕТЯХ LTE**

Каримов А.А.

*Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина,
Екатеринбург, e-mail: mr.ga.92@mail.ru*

Концепция системы качества обслуживания QoS (Quality of Service) для сетей UMTS

(Universal Mobile Telesystem networks) мобильной связи 3-го поколения определена в спецификации TS 23.107 и используется также для сетей LTE 4-го поколения. При разработке и внедрении системы качества обслуживания к атрибутам такой системы предъявляются следующие общие требования.

- Количество и значения атрибутов должны быть таковы, чтобы обеспечить возможность многоуровневой градации пользователей.

Все приложения абонента, совмещающие использование одного PDP-контекста (Packet Data Protocol), имеют одинаковый профиль качества обслуживания. Несколько потоков с одинаковыми характеристиками образуют совокупный профиль качества обслуживания. Для дифференцированной обработки передаваемых пакетов в соответствии с требованиями QoS для одного пользовательского терминала одновременно должны быть активизированы и первичные и вторичные контексты.

- Использование механизма QoS не должно мешать эффективному использованию радио ресурсов, независимо от развития базовой сети и сети радиодоступа.

Провайдеры, в свою очередь, обязаны гарантировать оговоренный уровень сервиса независимо от количества трафика в сети. Для обеспечения требуемого уровня сервиса применяется набор механизмов QoS, который позволяет обеспечить качество с помощью приоритизации данных и гарантируют производительность в рамках соглашения о качестве обслуживания или тарифа. Применяя необходимые механизмы QoS, провайдеры могут обеспечить, например, корректное распознавание и приоритизацию пакетов с голосом и видео.

а) Все атрибуты и их комбинации должны иметь однозначно определённые значения.

Методы управления QoS реализуются на основе последовательных сессий применительно к пакетной передаче данных, в том числе, к мультимедийной передаче, когда несколько различных потоков имеют один и тот же адрес.

Исходя из перечисленных общих требований к качеству обслуживания, в спецификациях должны быть сформулированы конкретные технические требования, касающиеся набора параметров QoS.

б) Управление качеством обслуживания осуществляется на основе конечного, по возможности, мини-

мального набора параметров QoS, поддерживающих эффективное использование радиоресурсов, а также ассиметричное функционирование сквозных каналов.

в) Методы управления QoS реализуются на основе последовательных сессий применительно к пакетной передаче данных, в том числе, к мультиточковой передаче, когда несколько различных потоков имеют один и тот же адрес.

д) Пользовательские приложения должны иметь возможность индикации значений QoS при передаче данных в различных сетевых узлах.

г) Система качества обслуживания должна быть динамической, позволяющей изменять параметры QoS в течение активной сессии.

Механизм QoS применяется для потоков данных в PCEF (Policy and Charging Rules Function). Эти потоки данных представлены IP пакетами. PCEF применяет правила PCC (контроль управления и загрузки) для классификации трафика по потокам сервисных данных. Правила могут быть определены заранее или динамически обеспечены в PCEF. Динамические правила PCC получают из модуля PCRF на основе информации, предоставленной AF (Assured Forwarding), согласно необходимой полосе пропускания данных PCEF (согласно необходимому QoS на уровне трафика пользователя) и других особых данных абонента, при их наличии. Тип трафика однозначно характеризуется маркером QCI (QoS Class Identifier), который определяется в PCRF для каждого из пакетов. При поступлении пакетов трафика, PCEF отправляет запрос в PCRF с целью их классификации. PCEF посылает в PCRF идентификатор пользователя или его IP адрес, а также тип обрабатываемых данных ToS (Type of Service). На основании этих параметров PCRF формирует и высылает обратно в PCEF тот или иной QCI. В зависимости от значения, принятого QCI в PCRF к пакету применяется тот или иной тип обслуживания.

В качестве иллюстрации укажем типичные значения параметров передачи данных, когда обеспечивается медиаслужба (звук + видео) в потоковом классе при использовании AMR (Adaptive Multi Rate) речевого кодека и MPEG-4 видеокодека, что является типичным для сетей мобильной связи 3-го и 4-го поколений. Информация о соответствии значения QCI трафику определенного типа, а так же требования к качеству обслуживания такого трафика находятся в модуле PCRF. Стандарт требований к качеству для

LTE сети представлен в таблице 1. PCRF предоставляет эту информацию, когда в PCEF необходимо принять решение о том, как поступить с тем или иным пакетом.

Значения параметров системы качества обслуживания

Скорость передачи данных	4,75-12,2 Кбит/с
Длительность кодированных речевых кадров	20 мс
• Относительный уровень битовых ошибок	10 ⁻² ...10 ⁻⁴
• Относительный уровень кадровых ошибок 10-3 MPEG-4 видеокодек:	10 ⁻³
Скорость передачи данных	24,0-128,0 Кбит/с
Задержка	150-400 мс
Общая между оконечными узлами, и задержка видеокодека около	200 мс;
Относительный уровень битовых ошибок	10 ⁻³
Ограниченное использование	10 ⁻⁴
Некоторые видимые артефакты	10 ⁻⁵
Небольшое ухудшение восприятия (отсутствие видимых ухудшений)	10 ⁻⁶
Доступный голосового трафика сквозная задержка	150 мс

Выводы

Установлено, что одной из основных задач беспроводной сети, функционирующей с использованием технологии LTE, является задача обеспечения требуемого качества обслуживания. В состав QoS входит необходимость выделения пользовательским станциям сети необходимой скорости передачи в нисходящем канале связи. Также установлено, что одним из эффективных способов обеспечения требуемой скорости передачи в технологии LTE являются решение задачи минимального набора параметров, поддерживающих эффективное использование радиоресурсов, а также ассиметричное функционирование в нисходящем канале связи. В связи с этим, проанализированы существующие механизмы распределения блоков планирования между пользовательскими станциями в нисходящем канале связи беспроводной сети, функционирующей с использованием технологии LTE.