

Электронная версия журнала: www.eduherald.ru

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

к.и.н., профессор РАЕ *Бизенкова Мария Николаевна*

Заместители главного редактора:

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

Бизенков Евгений Александрович

Ответственный секретарь

Нефедова Наталья Игоревна

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Акбасова А.Д. (г. Туркестан), Алтайулы С.А. (г. Астана), Андреева А.В. (г. Уфа), Андреева Н.В. (г. Белгород), Бадюков В.Ф. (г. Хабаровск), Белецкая Е.А. (г. Белгород), Берестнева О.Г. (г. Томск), Березина А.В. (г. Екатеринбург), Валиев М.М. (г. Уфа), Виштак Н.М. (г. Балаково), Бубновская О.В. (г. Артем), Выхрыстюк М.С. (г. Тобольск), Голубева Г.Н. (г. Набережные Челны), Гормаков А.Н. (г. Томск), Горностаева Ж.В. (г. Шахты), Горишунова Н.К. (г. Курск), Горюнова В.В. (г. Пенза), Губина Н.В. (г. Нижнекамск), Долгополова А.Ф. (г. Ставрополь), Доница А.Д. (г. Волгоград), Евстигнеева Н.А. (г. Москва), Егорова Ю.А. (г. Чистополь), Егорычева Е.В. (г. Волжский), Ершова Л.В. (г. Шуя), Зайцева О.С. (г. Тобольск), Заярная И.А. (г. Находка), Киреева Т.В. (г. Нижний Новгород), Кисляков П.А. (г. Шуя), Карпов С. М. (г. Ставрополь), Кобзева О.В. (г. Мурманск), Кобозева И.С. (г. Саранск), Коваленко Е.В. (г. Омск), Кондратьева О.Г. (г. Уфа), Конкиева Н.А. (г. Санкт-Петербург), Косенко С.Т. (г. Санкт-Петербург), Корельская И.Е. (г. Архангельск), Кочева М.А. (г. Нижний Новгород), Кочеткова О.В. (г. Волгоград), Кубалова Л.М. (г. Владикавказ), Лапп Е.А. (г. Волгоград), Кунусова М.С. (г. Астрахань), Кучинская Т.Н. (г. Чита), Лебедева Е.Н. (г. Оренбург), Кубалова Л. М. (г. Владикавказ), Лапп Е.А. (г. Волгоград), Медведев В.П. (г. Таганрог), Минахметова А.З. (г. Елабуга), Михайлова Т.Л. (г. Нижний Новгород), Николаева Л.В. (г. Якутск), Новикова Л.В. (г. Владимир), Омарова П.О. (г. Махачкала), Орлова И.В. (г. Москва), Осин А.К. (г. Шуя), Панов Ю.Т. (г. Владимир), Пелькова С.В. (г. Тюмень), Постникова Л.В. (г. Москва), Преображенский А.П., Ребро И.В. (г. Волжский), Решетников О.М. (г. Москва), Рыбинцева Г. В., Ткалич С.К. (г. Москва), Павлова Е.А. (г. Санкт-Петербург), Парушина Н.В. (г. Орел), Растеряев Н.В. (г. Новочеркасск), Рева Г.В. (г. Владивосток), Рогачев А.Ф. (г. Волгоград), Рыбанов А.А. (г. Волжский), Салаватова С.С. (г. Стерлитамак), Семёнова Г.И. (г. Тобольск), Сенкевич Л.Б. (г. Тюмень), Тарануха Н.А., Тесленко И.В. (г. Екатеринбург), Ткалич С.К. (г. Москва), Федуленкова Т.Н. (г. Владимир), Френкель Е.Э. (г. Вольск), Шалагинова К.С. (г. Тула), Шестак О.И. (г. Владивосток)

МОЛОДЫЕ УЧЕНЫЕ И СТУДЕНТЫ:

Лошадкина А.А. (г. Казань), Горохова Е.Х. (г. Якутск), Негорожина А.В. (г. Ставрополь), Нуржан А.Н. (г. Астана), Гареева Э.И. (г. Уфа), Саврей Д.Ю. (г. Ухта)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

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

тел. +7 (499) 705-72-30

e-mail: studforum@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

Техническая редакция и верстка Нестерова С.Г.

Подписано в печать 19.05.2016

Формат 60x90 1/8

Типография ИД «Академия Естествознания»,

Саратов, ул. Мамантовой, 5

Способ печати – оперативный

Усл. печ. л. 19,75

Тираж 500 экз.

Заказ МСНВ/3-2016

СОДЕРЖАНИЕ

**VIII Международная студенческая электронная научная конференция
«Студенческий научный форум 2016»**

Физико-математические науки

СПЕКТР МАГНИТОУПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ В КАСАТЕЛЬНО НАМАГНИЧЕННЫХ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЕНКАХ ЖИГ В УСЛОВИЯХ СПИН-ВОЛНОВОГО РЕЗОНАНСА <i>Андреева Е.В., Барышевский С.О.</i>	330
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КОГНИТИВНОГО ПРОСТРАНСТВА ЧЕЛОВЕКА <i>Аверьянова А.Н., Арбузова М.С.</i>	334
ИНТЕГРАЛЬНАЯ МНОГОПРОДУКТОВАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ <i>Гирлин С.К., Гуцалюк Ю.С., Касовская И.П.</i>	335
МЕТОД ЛАГРАНЖА РЕШЕНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ <i>Макаркин В.М., Анайчева Л.А.</i>	337
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАДИЕНТА НА ПЕРЕХОД ВОДЫ СО ЛЬДА В ДИСПЕРСНУЮ СРЕДУ <i>Рябова Н.В., Копосов Г.Д.</i>	338

**Секция «Актуальные вопросы физики и техники информационных систем»,
научный руководитель – Глуценко А.Г.**

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО ЗЕРКАЛА <i>Агаповичева А.С., Жуков С.В.</i>	340
КОСМИЧЕСКИЙ ЛИФТ БУДУТ ДЕЛАТЬ 3D ПРИНТЕРЫ <i>Глуценко А.А., Глуценко В.А., Глуценко Е.П.</i>	342
ЗЕРКАЛО С ПЕРЕМЕННЫМ ФОКУСНЫМ РАССТОЯНИЕМ <i>Кириллова И.А.</i>	345
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОЛИНЗОВОГО ОБЪЕКТИВА НА ГЕОСТАЦИОНАРНОЙ ОРБИТЕ <i>Кириллова И.А.</i>	346
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ГЛАЗА <i>Комарова Е.О.</i>	346
СИСТЕМА ВХОЖДЕНИЯ В СВЯЗЬ КВ-МОДЕМА <i>Королькова Е.Ю., Сорокин Р.В.</i>	347
ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ В НАГРУЗКУ <i>Костяев П.С., Глуценко Е.П.</i>	349
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИЗМЫ СЕНАРМОНА <i>Мункина Ю.Ю.</i>	350
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКА ОТ ЕГО ФОРМЫ <i>Писарев М.А., Глуценко А.Г., Глуценко Е.П.</i>	351
ЭФФЕКТ СМЕЩЕНИЯ ЛУЧЕЙ В ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОННЫХ ЛИНИЯХ ЗА СЧЕТ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ <i>Слиуха В.А., Глуценко Е.П.</i>	353
ВЛИЯНИЕ ДВИЖЕНИЯ СРЕД НА ИНТЕРФЕРЕНЦИОННУЮ КАРТИНУ ДВУХ ИСТОЧНИКОВ <i>Шайдуллина С.Р., Лебедева М.И., Глуценко А.Г., Глуценко Е.П.</i>	355

**Секция «Математика и ее практические приложения»,
научный руководитель – Долгополова А.Ф.**

ПАУТИНООБРАЗНАЯ МОДЕЛЬ РЫНОЧНОГО РАВНОВЕСИЯ <i>Абдулкеримова К.А.</i>	357
МОДЕЛЬ ДЕШИФРОВКИ ИСТОРИЧЕСКИХ РУКОПИСНЫХ ДОКУМЕНТОВ <i>Ануприенко М.А.</i>	359
ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В СФЕРЕ ИНВЕСТИРОВАНИЯ <i>Ахмедханова А.И.</i>	360
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ИГР В НАУКЕ <i>Байрамукова С.Р., Мешарова В.Ю.</i>	361
ПРИЛОЖЕНИЕ ИНТЕГРАЛА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ С ЭКОНОМИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ <i>Бондарева Е.В., Соколовский С.А.</i>	363

МОДИФИКАЦИИ УРАВНЕНИЯ СЛУЦКОГО ДЛЯ АНАЛИЗА ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО СПРОСА <i>Буханцов С.А., Михненко Е.В.</i>	364
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СФЕРЕ <i>Бытдаева Ф.А., Рудская Ю.Ю.</i>	366
ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ <i>Васильева В.А., Максимова Е.В.</i>	368
МОДЕЛЬ ЛЕОНТЬЕВА МНОГООТРАСЛЕВОЙ ЭКОНОМИКИ <i>Галаян Ю.В., Манелов Н.Л.</i>	370
ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДЕЛОВ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ <i>Галаян Д.В., Онищенко Л.И., Гулай Т.А.</i>	371
ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКИ ПРИ РЕШЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ <i>Герасимова А.С.</i>	373
ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ТЕОРИИ ГРАФОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ <i>Гурова Д.Г.</i>	375
МЕЖОТРАСЛЕВОЙ БАЛАНС ЗАТРАТ ТРУДА <i>Дашян К.А., Мастепанова М.С.</i>	377
МАТЕМАТИКА В ВЕТЕРИНАРИИ И БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУКАХ <i>Еремян В.В.</i>	378
ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТИ В СФЕРЕ ЭКОНОМИКИ <i>Загребельникова В.А.</i>	379
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В ИССЛЕДОВАНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ <i>Игнатенко В.С., Минаев Р.М.</i>	380
МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ГЕРМЕТИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ <i>Каныгин Я.В.</i>	382
МЕТОДЫ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ <i>Кармова Д.А.</i>	383
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ <i>Кожемякина В.А.</i>	385
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ПУЗЫРЬКА ПАРА В МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ <i>Козлова В.Р., Бородина Е.С., Яновский А.А., Симоновский А.Я.</i>	386
ВЕЛИКИЕ ОТКРЫТИЯ АРХИМЕДА <i>Колесников К.А., Сергиенко А.С., Мелешко С.В.</i>	387
СЛУЧАЙНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ В БАНКОВСКОМ ДЕЛЕ <i>Копытина В.А.</i>	389
ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В АНАЛИЗЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ <i>Косякова А.В.</i>	390
МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ МАГНИТОЖИДКОСТНЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРОЦЕССОРА <i>Лежнепов В.А., Боровиков Д.С., Яновский А.А., Симоновский А.Я.</i>	391
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ <i>Логинова Я.А., Долгополова А.Ф.</i>	393
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФИЦИЕНТОВ ПРЯМЫХ ЗАТРАТ В МОДЕЛИ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА <i>Никонова Я.С., Фахрудинова А.К.</i>	395
КЛАССИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ <i>Осыченко А.А., Черкова Т.В.</i>	397
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ И ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В ЭКОНОМИКЕ <i>Сикоренко М.А., Ушакова В.С.</i>	398
ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТИ В КВАНТОВОЙ ФИЗИКЕ <i>Хаустов П.А.</i>	400

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ВЕКТОРНОЙ АЛГЕБРЫ В ЭКОНОМИКЕ <i>Шабалина Т.В.</i>	401
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УСВОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА <i>Шевелева М.С., Дутова А.Д.</i>	403
КОНСТРУИРОВАНИЕ ПСИХОДИАГНОСТИЧЕСКИХ ТЕСТОВ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ <i>Юрченко Ю.Ф.</i>	404
Секция «Математические методы решения инженерных задач», научный руководитель – Светличная В.Б.	
АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Алимова В.П., Чикомазова В.В., Матвеева Т.А., Агишева Д.К., Зотова С.А.</i>	406
ПРИМЕНЕНИЕ ФОРМУЛЫ ПОЛНОЙ ВЕРОЯТНОСТИ К РЕШЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ <i>Архангельская В.Д., Егорова Е.Г., Матвеева Т.А., Светличная В.Б., Зотова С.А.</i>	407
ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЁЖНОСТИ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНОВ <i>Вострикова О.А., Осадчая Д.В., Матвеева Т.А., Агишева Д.К., Светличная В.Б.</i>	407
СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО СТАНКА <i>Гаджиев Э.Э., Мироненко А.А., Светличная В.Б., Агишева Д.К., Зотова С.А.</i>	408
ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В ЖИЗНИ СУДЕНТОВ <i>Горбатов Н.С., Ким В.А., Светличная В.Б., Агишева Д.К., Зотова С.А.</i>	410
«КОРНИ» НЕ ТОЛЬКО ГРУППА”. <i>Грицун Б.М., Коленко К.В., Светличная В.Б.</i>	410
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В ЭКОНОМИКЕ <i>Денисова Д.А., Зотова С.А., Агишева Д.К., Матвеева Т.А.</i>	411
АППРОКСИМАЦИЯ ФУНКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ МНОГОЧЛЕНА ЧЕБЫШЁВА <i>Зашеловский А.Е., Агишева Д.К., Матвеева Т.А., Зотова С.А.</i>	412
ВЫЧИСЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ПОЛИНОМА С ПОМОЩЬЮ СХЕМЫ ГОРНЕРА <i>Зубехин А.А., Бородавченко Д.И., Агишева Д.К., Светличная В.Б., Матвеева Т.А.</i>	413
РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО УГЛА НА MATHCAD 15 <i>Казачков А.Д., Агишева Д.К., Светличная В.Б., Зотова С.А.</i>	413
РАСЧЁТ СРЕДНЕЙ СТОИМОСТИ ТЕЛЕФОНА <i>Кибардина К.Е., Фролкова А.С., Матвеева Т.А., Агишева Д.К., Зотова С.А.</i>	415
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ ПОЯВЛЕНИЯ ОПРЕДЕЛЁННОГО ПРИЗНАКА С ПОМОЩЬЮ ИНТЕРВАЛЬНОГО ВАРИАЦИОННОГО РЯДА <i>Мальцева А.И., Пискунова А.А., Матвеева Т.А., Зотова С.А., Светличная В.Б.</i>	416
ПОИСК САМОЙ РЕНТАБЕЛЬНОЙ ЦЕНЫ СОКА С ПОМОЩЬЮ ИНТЕРВАЛЬНОГО ВАРИАЦИОННОГО РЯДА <i>Маслов А.А., Светличная В.Б., Матвеева Т.А., Агишева Д.К.</i>	417
ПОИСК ОБЪЁМА КОКОСОВОЙ МЯКОТИ И ПУСТОГО ПРОСТРАНСТВА ВНУТРИ КОКОСА <i>Митин В.А., Дикань И.И., Светличная В.Б., Агишева Д.К., Зотова С.А.</i>	418
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЯХ. УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ <i>Рязанова О.В., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б.</i>	419
ОДНОКАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ПУАССОНОВСКИМ ВХОДНЫМ ПОТОКОМ <i>Якушина А.А., Быханов А.В., Елагина А.И., Матвеева Т.А., Агишева Д.К., Светличная В.Б.</i>	420
Секция «Применение методов прикладной математической статистики при решении технических задач», научный руководитель – Ребро И.В.	
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГВОЗДЯ СТРОИТЕЛЬНОГО <i>Алимова В.П., Ребро И.В., Мустафина Д.А.</i>	421
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗГОТОВЛЕНИЯ САМОРЕЗА С ПРЕССПАЙБОЙ ОСТРЫЙ <i>Архангельская В.Д., Ребро И.В., Мустафина Д.А.</i>	422

СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ КРОМКЕРЕЗА <i>Быханов А.В., Ребро И.В., Мустафина Д.А.</i>	423
ОЦЕНКА РАБОТЫ СТАНКА НА ОСНОВАНИИ АНАЛИЗА ДОВЕРИТЕЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОЖИДАНИЯ <i>Вострикова О.А., Ребро И.В., Мустафина Д.А.</i>	424
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШУРУПА <i>Егорова Е.Г., Ребро И.В., Мустафина Д.А.</i>	424
СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА НА ФАБРИКЕ КОНФЕТ <i>Елагина А.И., Ребро И.В., Мустафина Д.А.</i>	425
РАСЧЕТ СРЕДНЕГОДОВОГО ТЕМПА ПРИРОСТА КУРСА АМЕРИКАНСКОГО ДОЛЛАРА <i>Кибардина К.Е., Ребро И.В., Мустафина Д.А.</i>	426
СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ТОКАРНОГО СТАНКА <i>Мальцева А.И., Ребро И.В., Мустафина Д.А.</i>	427
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЦЕНЫ И КОЛИЧЕСТВО ПРОДАЖ КНИГ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕМЕНТОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ <i>Осадчая Д.В., Ребро И.В., Мустафина Д.А.</i>	428
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШАЙБЫ <i>Пискунова А.А., Ребро И.В., Мустафина Д.А.</i>	429
ПРИМЕНЕНИЕ УРАВНЕНИЯ БЕРНУЛЛИ ПРИ РЕШЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПО ГИДРОМЕХАНИКЕ <i>Стариков С.С., Мокрецова И.С., Ребро И.В.</i>	430
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРА, ОКАЗАВШЕГО НАИБОЛЬШЕЕ ВЛИЯНИЕ НА РОСТ ОБОРОТА <i>Фролкова А., Ребро И.В., Мустафина Д.А.</i>	431
РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИНЫ СТАЛЬНОЙ ПРОВОЛОКИ <i>Чикомазова В.В., Ребро И.В., Мустафина Д.А.</i>	431
СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ СТАНКА ПО ПРОИЗВОДСТВУ ГВОЗДЕЙ <i>Яковлева А.М., Ребро И.В., Мустафина Д.А.</i>	432
ПРИМЕНЕНИЕ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ К РЕШЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ <i>Якушина А.А., Ребро И.В., Мустафина Д.А.</i>	433
Секция «Теория устойчивости систем дифференциальных уравнений», научный руководитель – Елецких И.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ УРАВНЕНИЯ МАЯТНИКА <i>Мелякова О.Ю.</i>	434
Химические науки	
МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ <i>Амоян Э.Ф., Дьякова Д.А., Ткаченко А.В.</i>	436
МОДИФИЦИРОВАННЫЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ ПОЛИЭФИРЫ <i>Бидов И.Т., Бажева Р.Ч.</i>	437
КОАГУЛЯНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ И УПЛОТНЕНИЯ ОСАДКОВ <i>Жохова О.К., Пудовкин В.В., Бутов Г.М.</i>	440
ИССЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ РАДОНА В ПОМЕЩЕНИЯХ ШКОЛ ГОРОДА КЫЗЫЛА <i>Кендиван Я.А.</i>	441
«ВЗГЛЯД ХИМИКА-ОРГАНИКА НА ПРОЦЕСС ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ: «ДЕ-НОЛ», «ОМЕПРАЗОЛ», «МЕТРОНИДАЗОЛ» » <i>Логунов А.В., Лютин Д.С., Лопина Н.П., Бордина Г.Е.</i>	441
ОБСЛЕДОВАНИЕ УРОВНЕЙ НАКОПЛЕНИЯ РАДОНА В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ ПОСЕЛКА ЧАЛ-КЕЖИГ <i>Монгуш Ч.Р.</i>	442
ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ НА ВЫХОД ПРОДУКТА В БЫСТРОЙ СЛОЖНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ <i>Суворова В.С., Татаренкова Д.В., Тишин О.А., Мокрецова И.С.</i>	443
ОБСЛЕДОВАНИЕ УРОВНЕЙ НАКОПЛЕНИЯ РАДОНА В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ ПОСЕЛКА БАЙ-ДАГ <i>Чамзырын Ш.А.</i>	444

**Секция «Актуальные вопросы современной химической науки и образования»,
научный руководитель – Кубалова Л.М.**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВИТАМИНА С В ЛИМОНЕ <i>Азиева Я.З., Кабалов З.В.</i>	444
АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 060301(060108) – «ФАРМАЦИЯ» <i>Албегова Л.Э., Саламова Н.А.</i>	445
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ КАК ФОРМА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ <i>Базаева К.В., Дзеранова К.Б.</i>	445
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРОИЗВОДНЫХ ПРОЛИНА НА ПРИМЕРЕ КАПТОПРИЛА <i>Батырова Ф.К., Саламова Н.А.</i>	446
ЭКСПЕРТИЗА КЕФИРА <i>Бестаева К.Э., Есиева Л.К.</i>	446
БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА <i>Боциев Т.О., Кубалова Л.М.</i>	447
ЛЕЧЕБНОЕ ДЕЙСТВИЕ СЕРОВОДОРОДНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД <i>Габисова А.К., Кубалова Л.М.</i>	447
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА «АНГРИКАПС» И КОНТРОЛЬ ИХ СОБЛЮДЕНИЯ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ <i>Газюмова В.Э., Дзеранова К.Б.</i>	447
БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ВАНАДИЯ <i>Гамбашидзе К.Г., Кубалова Л.М.</i>	448
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЛЬЦИЯ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ <i>Гаризан И.В., Бигаева И.М.</i>	448
БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ АЛЮМИНИЯ <i>Гилолаева А.М., Кубалова Л.М.</i>	449
ТЕХНОЛОГИЯ ОБОБЩАЮЩЕГО ПОВТОРЕНИЯ <i>Гусалова М.И., Агаева Ф.А.</i>	450
ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НЕКОТОРЫХ ЗУБНЫХ ПАСТ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ КАРИЕСА ЗУБОВ <i>Дзарасова М.А., Неёлова О.В.</i>	450
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЛЬЦИЯ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТАХ <i>Дзидаханова Т.А., Агаева Ф.А.</i>	451
РОЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА В ИЗУЧЕНИИ ХИМИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН <i>Дзугаева М.А., Гаева А.А., Агаева Ф.А.</i>	451
СИСТЕМА $W_3 - AGI$ <i>Дзугаева М.А., Дзеранова К.Б.</i>	452
МЕХАНОХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ В СПЛАВЕ Fe-AL ЭКВИАТОМНОГО СОСТАВА <i>Дзугаева М.А., Кубалова Л.М.</i>	454
УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТА В КУРСЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ <i>Еналдиева Д.К., Дзеранова К.Б.</i>	454
ЭКСПЕРТИЗА ШОКОЛАДА <i>Есиева А.К., Есиева Л.К.</i>	455
МОДУЛЬНАЯ ПРОГРАММА ИЗУЧЕНИЯ ХИМИИ Р-ЭЛЕМЕНТОВ VII ГРУППЫ <i>Кабанов С.В., Балаева М.В.</i>	455
МОДУЛЬНАЯ ПРОГРАММА ИЗУЧЕНИЯ ХИМИИ S-ЭЛЕМЕНТОВ <i>Кабанов С.В., Голоева З.В.</i>	456
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СПЛАВОВ ЗОЛОТО-МЕДЬ С ИНДИЕМ <i>Кабанов С.В., Павленко А.С.</i>	456
ЦЕЛЕПОЛАГАНИЕ – ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ <i>Кабанов С.В., Тигиева З.Б.</i>	456
ПРЕВРАЩЕНИЯ ГЕМ-ДИХЛОРАРИЛЦИКЛОПРОПАНОВ В РЕАКЦИИ С АЗОТИСТОЙ КИСЛОТОЙ: СИНТЕЗ 3-АРИЛ-5-ХЛОРИЗОКСАЗОЛОВ <i>Коблова Л.Б., Гаглоева Д.И., Газзаева Р.А.</i>	456

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В СИСТЕМЕ $\text{VCl}_3 - \text{AgCl}$ <i>Кодзасова С.А., Дзеранова К.Б.</i>	458
ПРАКТИЧЕСКАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ ПРОЦЕССА ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ <i>Кодзасова С.А., Бигаева И.М.</i>	459
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЕЧЕНЬЯ <i>Корнаева Д.А., Есиева Л.К.</i>	459
ЛЕЧЕБНОЕ ДЕЙСТВИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ БОРА <i>Кочиева В.А., Кубалова Л.М.</i>	460
ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СИСТЕМЕ ПОЧВА – РАСТЕНИЕ – ЖИВОТНОЕ <i>Кочиева Д.Г., Симеониди Д.Д.</i>	460
ВЕГЕТАРИАНСТВО – ПУТЬ К ЗДОРОВЬЮ <i>Мальшиева А.А., Кочиева И.В.</i>	461
ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ НА СВОЙСТВА СПЛАВОВ ЗОЛОТА ДЛЯ ЮВЕЛИРНОГО ПРОИЗВОДСТВА <i>Наниева Д.Г., Нартикоева А.О.</i>	461
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТАХ <i>Неёлова О.В., Баллаева Д.А.</i>	462
КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ИХ РОЛЬ В МЕДИЦИНЕ <i>Неёлова О.В., Бокиева Д.Т.</i>	463
ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБРАЗЦОВ ШКОЛЬНОГО МЕЛА <i>Неёлова О.В., Гуззитаева М.Ф.</i>	463
КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ <i>Неёлова О.В., Кочиева Д.Г.</i>	464
БУФЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ РОЛЬ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗМА <i>Неёлова О.В., Мсоева А.А.</i>	464
ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ИХ БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ <i>Неёлова О.В., Созанова С.В.</i>	465
ГЕТЕРОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ, ИХ БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ И ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ <i>Неёлова О.В., Хугаева А.И.</i>	465
ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ <i>Неёлова О.В., Чеджемова Н.С.</i>	466
ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ПРОЦЕССУ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ <i>Павленко А.С., Гаева А.А., Бигаева И.М.</i>	467
ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ <i>Таболова И.В., Цопанова Е.И.</i>	468
ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ <i>Таучелова З.В., Агаева Ф.А.</i>	469
ЛЕЧЕБНОЕ ДЕЙСТВИЕ ЙОДОБРОМНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД <i>Толпарова В.А., Кубалова Л.М.</i>	469
РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ СТАНДАРТИЗАЦИИ МЯГКОЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ФОРМЫ – ИСТОЧНИКА АНТИОКСИДАНТОВ <i>Царахов О.А., Царахова Л.Н.</i>	469
РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ СТАНДАРТИЗАЦИИ ЭКСТРАКЦИОННОГО ПРЕПАРАТА КАК ИСТОЧНИКА АНТИОКСИДАНТОВ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ <i>Царахов О.А., Царахова Л.Н.</i>	470
ВЛИЯНИЕ ОКСИДА СВИНЦА НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА ХРУСТАЛЬНОГО СТЕКЛА <i>Чеджемова Н.С., Нартикоева А.О.</i>	470

Секция «Синтез органических и неорганических веществ, композиций, полимерных материалов и математическое моделирование процессов и аппаратов для их получения», научный руководитель – Иванкина О.М.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ <i>Баскаков А.В., Лапина С.В.</i>	471
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ЖИДКОФАЗНОГО ГИДРИРОВАНИЯ НИТРОБЕНЗОЛА НА НОВЫХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ <i>Безбабных М.В., Курунина Г.М.</i>	471
ИЗОМОРФИЗМ В КОМПЛЕКСНЫХ КРИСТАЛЛАХ АЛЮМОКАЛИЕВЫХ И ХРОМОКАЛИЕВЫХ КВАСЦОВ <i>Булкин С.И., Бобков Г.С., Шарифуллина Л.Р.</i>	472
МЕТОДИКА ПРОЧНОСТНОГО РАСЧЁТА ЭЛЕМЕНТОВ МАССООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ АРМ WINMACHINE <i>Ем А.Э., Харитонов В.Н.</i>	472
УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАССООБМЕННОЙ АППАРАТУРЫ <i>Лунева Е.В., Лапина С.В.</i>	473
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЧЕРВЯЧНОЙ МАШИНЫ АГРЕГАТА ДЛЯ ШПРИЦЕВАНИЯ <i>Некрылов С.С., Харитонов В.Н.</i>	473
СИНТЕЗ N-(3,5-ДИМЕТИЛАДАМАНТ-1-ИЛ)-2-ТОЗИЛГИДРАЗИН-1-КАРБОКСАМИДА <i>Рассказова Е.В., Дьяченко В.С., Бурмистров В.В., Бутов Г.М.</i>	475
СИНТЕЗ N-(3,5-ДИМЕТИЛАДАМАНТАН-1-ИЛ)-2-(ФЕНИЛСУЛЬФОНИЛ)ГИДРАЗИН-1-КАРБОКСАМИДА <i>Солопов В.А., Дьяченко В.С., Бурмистров В.В., Бутов Г.М.</i>	475
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК НАСАДКИ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ХИМИЧЕСКОГО АБСОРБЕРА. <i>Факанов П.М., Тишин О.А., Климова Е.В.</i>	476
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ХЕМОСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИКАПРОАМИДА <i>Черемисин А.А., Первалова Е.А.</i>	477
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОЖУХОТРУБНОГО РЕАКТОРА СИНТЕЗА МОРФОЛИНА <i>Шаповалов С.В., Харитонов В.Н.</i>	477
ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ НА СИНТЕЗ П-ДИНИТРОЗОБЕНЗОЛА <i>Шапиков С., Иванкина О.М.</i>	478

**VIII Международная студенческая электронная научная конференция
«Студенческий научный форум 2016»**

Физико-математические науки

**СПЕКТР МАГНИТОУПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ
В КАСАТЕЛЬНО НАМАГНИЧЕННЫХ
ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЕНКАХ ЖИГ
В УСЛОВИЯХ СПИН-ВОЛНОВОГО РЕЗОНАНСА**

Андреева Е.В., Барышевский С.О.

*Мелитопольский государственный педагогический
университет им. Богдана Хмельницкого, Мелитополь,
e-mail: kat_gorbacheva@mail.ru*

В связи с успехами пленочной технологии выращивания железо-иттриевого граната (ЖИГ) появилась возможность применения спиновых и магнитоупругих (МУ) колебаний и волн в эпитаксиальных структурах, состоящих из пленок ЖИГ, выращенных на подложках гадолиний-галлиевого граната (ГГГ), для создания устройств аналоговой обработки сверхвысоко частотных (СВЧ) электромагнитных сигналов в реальном масштабе времени [1-5].

Вопросы взаимодействия обменных спиновых и упругих волн в перпендикулярно намагниченных пленках ЖИГ с любой толщиной пленки при определенных состояниях поверхностных спинов пленки рассмотрены в работах [1-5]. В настоящее время по нашему мнению представляет интерес рассмотрение взаимодействия обменных спиновых и упругих волн в касательно намагниченных тонких пластинах и эпитаксиальных пленках ЖИГ. Этот интерес обусловлен тем, что при касательном намагничивании пластины или пленки ЖИГ до насыщения требуется приложить достаточно меньшее по значению внешнее постоянное магнитное поле, чем при перпендикулярном их намагничивании.

Целью работы является теоретическое исследование спектра МУ колебаний в касательно намагниченных тонких пластинах и эпитаксиальных структурах ЖИГ-ГГГ в условиях взаимодействия обменных спиновых и упругих волн при учете обменных граничных условий, выражающих произвольные состояния поверхностных спинов тонких пластин и пленок ЖИГ.

Полная энергия феррита, при учете МУ связи, состоит из магнитной, обменной, упругой и МУ энергии. Динамику феррита в рамках феноменологического подхода описывают связанные уравнения прецессии намагниченности (уравнение Ландау-Лифшица [3,6]) и движения вектора упругого смещения. Решение этих уравнений должны удовлетворять обменным и упругим граничным условиям. Эти уравнения будем записывать и преобразовывать так, как в [2,4-7].

Рассмотрим тонкую пластину или пленку ЖИГ толщиной S в постоянном магнитном поле \vec{H}_0 направленном вдоль оси z , которая параллельна поверхности пленки (рис. 1.3). Для случая распространения МУ волн в направлении x , которое совпадает с направлением кристаллографической оси III кубического кристалла, если учесть обменное взаимодействие, пренебрегая диполь-дипольным и принять, что упругие свойства ЖИГ и ГГГ являются изотропными, можно получить следующие линеаризованные уравнения движения:

$$i\omega m_x = -\gamma \left(H_0 m_y - D \frac{\partial^2 m_y}{\partial x^2} \right), -S < z < 0 \quad (1)$$

$$i\omega m_y = \gamma \left[(H_0 + 4\pi M) m_x - D \frac{\partial^2 m_x}{\partial x^2} - b_{\text{эфф}} \frac{\partial u_{12}}{\partial x} \right], \quad (2)$$

$$-\rho_1 \omega^2 u_{12} = c_{44,1} \frac{\partial^2 u_{12}}{\partial x^2} + \frac{b_{\text{эфф}}}{M} \frac{\partial m_x}{\partial x}, \quad (3)$$

$$-\rho_2 \omega^2 u_{22} = c_{44,2} \frac{\partial^2 u_{22}}{\partial x^2}, 0 < z < d, \quad (4)$$

где m_x и m_y – проекции переменной намагниченности на соответствующие оси координат (рис. 1), u_{12} и u_{22} – проекции упругого смещения на ось z для ЖИГ и ГГГ соответственно.

Уравнения (1) – (3) можно объединить в одно дифференциальное уравнение для переменной намагниченности m_x :

$$\frac{d^2 m_x}{dx^2} + a_1 \frac{d^4 m_x}{dx^4} + b_1 \frac{d^4 m_x}{dx^4} + c m_x = 0, \quad (5)$$

где введены следующие обозначения:

$$k_e^2 - \varphi + \gamma^2 = a_1; \quad (7)$$

$$-\psi k_e^2 = c. \quad (8)$$

Здесь

$$\psi = \frac{\omega^2 - \gamma^2 H_0 (H_0 + 4\pi M)}{\gamma^2 D^2},$$

$$\varphi = \frac{H_0 + (H_0 + 4\pi M)}{D}.$$

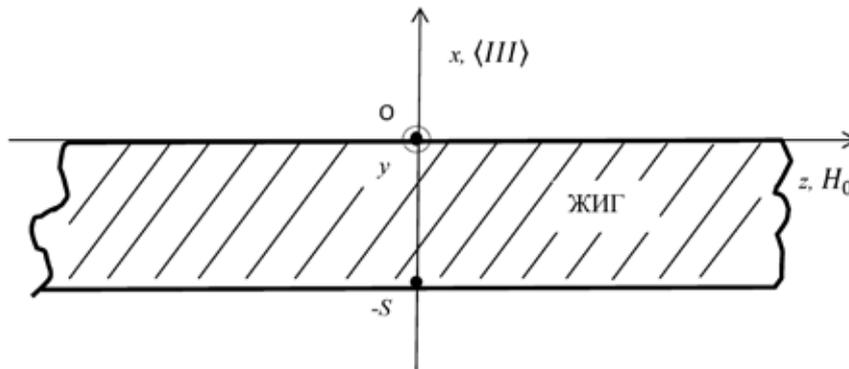


Рис. 1. Пластина ЖИГ, намагниченная касательно поверхности

Корни характеристического уравнения дифференциального уравнения (5) можно представить в виде:

$$z_{1,2} = \pm i \sqrt{\frac{\alpha_1}{3} + \frac{u+v}{2} + i \frac{u-v}{2} \sqrt{3}} \equiv \pm i \sigma_{\pm}, \quad (9)$$

$$z_{3,4} = \pm i \sqrt{\frac{\alpha_1}{3} + \frac{u+v}{2} - i \frac{u-v}{2} \sqrt{3}} \equiv \pm i \tau_{\pm}, \quad (10)$$

$$z_{5,6} = \pm i \sqrt{\frac{\alpha_1}{3} + (u+v)} \equiv \pm i \tau_{\pm}, \quad (11)$$

где $u = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\Delta}}$ и $v = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\Delta}}$ (кубические кор-

ни выбираются так, что $uv = -3p$).

Здесь

$$\Delta = \frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27},$$

$$m_x = C_1 \cos \sigma_{+} x + C_2 \sin \sigma_{+} x + C_3 \cos \tau x + C_4 \sin \tau x + C_5 \operatorname{ch} \sigma_{-} x + C_6 \operatorname{sh} \sigma_{-} x, \quad (14)$$

$$m_y = -\frac{\gamma}{i\omega(H_0 + k_e^2 D)} [C_1 a_{\tau} a_{-} \cos \sigma_{+} x + C_2 a_{\tau} a_{-} \sin \sigma_{+} x + C_3 a_{\tau} a_{-} \cos \tau x + C_4 a_{\tau} a_{-} \sin \tau x + C_5 a_{\tau} a_{-} \operatorname{ch} \sigma_{-} x + C_6 a_{\tau} a_{-} \operatorname{sh} \sigma_{-} x]; \quad (15)$$

$$u_{12} = \frac{D}{b_{\text{эфф}} k_e^2} \left(\frac{D}{H_0 + k_e^2 D} \right) [C_1 \beta_2 \beta_3 \sigma_{+} \sin \sigma_{+} x - C_2 \sigma_{+} \beta_2 \beta_3 \cos \sigma_{+} x + C_3 \tau \beta_1 \beta_3 \sin \tau x - C_4 \tau \beta_1 \beta_3 \cos \tau x + C_5 \sigma_{-} \beta_1 \beta_3 \operatorname{sh} \sigma_{-} x + C_6 \sigma_{-} \beta_1 \beta_3 \operatorname{ch} \sigma_{-} x], \quad (16)$$

где $a_{+} = H_0 + \sigma_{+}^2 D$, $a_{-} = H_0 - \sigma_{-}^2 D$, $a_{\tau} = H_0 + \tau^2 D$, $\beta_1 = \sigma_{+}^2 - k_e^2$,

$$\beta_2 = \tau^2 - k_e^2 \text{ и } \beta_3 = \sigma_{-}^2 + k_e^2.$$

Будем рассматривать граничные условия в том случае, когда ось поверхностной анизотропии перпендикулярна поверхности пленки, так как обычно в пленках ЖИГ реализуется именно такой вид поверхностной анизотропии:

$$\left[\frac{\partial m_y}{\partial x} \right]_{x=-S} = 0, \quad (17)$$

$$\left[\frac{\partial m_x}{\partial x} \right]_{x=0} = 0, \quad (18)$$

$$\left[\frac{\partial m_x}{\partial x} - d_1^s m_x \right]_{x=-S} = 0, \quad (19)$$

$$\left[\frac{\partial m_x}{\partial x} + d_2^s m_x \right]_{x=0} = 0, \quad (20)$$

$$\left[c_{44,1} \frac{\partial u_{12}}{\partial x} - \frac{b_{\text{эфф}}}{M} m_x \right]_{x=-S} = 0, \quad (21)$$

$$\left[c_{44,1} \frac{\partial u_{12}}{\partial x} - \frac{b_{\text{эфф}}}{M} m_x \right]_{x=0} = \left[c_{44,2} \frac{\partial u_{22}}{\partial x} \right]_{x=0}, \quad (22)$$

Подставляя решения (13) – (16) в граничные условия (17) – (24) и исключая постоянные $C_i (i = 1, 6)$, найдем уравнение, которое определяет возможные значения σ_{+} , σ_{τ} , σ_{-} при произвольных параметрах закрепления поверхностных спинов d_1^s и d_2^s :

$$D_{1r} = \beta_3^2 \sigma_{\tau}^2 [a_{\tau}^2 (\beta_1^2 \sigma_{+}^2 D^2 \delta_2^2 - d_1^s d_2^s a_{\tau}^2 \delta_1^2) \sin \sigma_{+} S \sin \tau S - \delta_1 (d_1^s + d_2^s) \times \\ \times D a_{\tau} a_{-} (\beta_2 \tau a_{\tau} \delta_3 \sin \sigma \cos \tau S - \beta_1 \sigma_{+} a_{\tau} \sigma_2 S \cos \tau S)] \operatorname{sh} \sigma_{-} S + 2 \beta_1 \beta_2 a_{\tau} a_{-} \sigma_{\tau} \tau \delta_2 \delta_3 \times \\ \times (\cos \sigma_{+} S \cos \tau S - 1) [(\beta_3^2 \sigma_{\tau}^2 D^2 + d_1^s d_2^s a_{\tau}^2) \operatorname{sh} \sigma_{-} S + (d_1^s + d_2^s) \beta_3 a_{\tau} \sigma_{-} \cdot D \operatorname{ch} \sigma_{-} S] +$$

где $p = -\frac{\alpha_1^2}{3} + b_1$, а $q = 2\left(\frac{a_1}{3}\right) - \frac{a_1 b_1}{3} + c$. В отсутствие

МУ связи, то есть когда $\gamma_2 = 0$, выражение (11) показывает, что могут существовать две поперечные линейно поляризованные упругие волны, каждая из которых может распространяться в положительном и отрицательном направлении оси x , то есть $\tau \rightarrow k_e$. Что касается выражений (9) и (10), то они определяют в этом случае, волновые вектора k_{s+} и k_{s-} спиновой обменной волны частоты ω :

$$k_{s\pm}^2 = -\frac{\Phi}{2} \pm \sqrt{\frac{\Phi^2}{4} + \Psi}. \quad (12)$$

Из (12) видно, что значения k_{s-} всегда чисто мнимые. Что касается значения k_{s+} , то они являются мнимыми при $\omega < \omega_0$, где $\omega_0 = \gamma \sqrt{H_0 (H_0 + 4\pi M)}$ и действительными при $\omega \geq \omega_0$.

Решения уравнений (1) – (4) для случая $\omega \geq \omega_0$ можно представить в виде:

$$\begin{aligned}
& +\beta_2^2 \tau^2 [a_-^2 (\beta_3^2 \sigma_-^2 D^2 \delta_3^2 + d_1^s d_2^s a_-^2 \delta_2^2) \sin \sigma_+ S \text{sh} \sigma_- S + \delta_2 (d_1^s + d_2^s) D a_+ a_- \times \\
& \times (\beta_3 \sigma_- a_+ \delta_3 \sin \sigma_+ S \text{ch} \sigma_- S - \beta_1 \sigma_+ a_- \delta_1 \cos \sigma_+ S \text{sh} \sigma_- S)] \sin \tau S - 2\beta_1 \beta_3 a_+ a_- \sigma_+ \tau \delta_1 \delta_3 \times \\
& \times (\cos \sigma_+ S \text{ch} \sigma_- S - 1) [(\beta_2^2 \tau^2 D^2 - d_1^s d_2^s a_-^2) \sin \tau S + (d_1^s + d_2^s) \beta_2 a_+ \tau D \cos \tau S] - \\
& - \beta_1^2 \sigma_+^2 [a_-^2 (\beta_2^2 \tau^2 D^2 \delta_1^2 - d_1^s d_2^s a_-^2 \delta_3^2) \sin \tau S \text{sh} \sigma_- S - \delta_3 (d_1^s + d_2^s) D a_+ a_- \times \\
& \times (\beta_3 \sigma_- a_+ \delta_2 \sin \tau S \text{ch} \sigma_- S + \beta_2 \tau a_- \cos \tau S \text{sh} \sigma_- S)] \sin \sigma_+ S + 2\beta_2 \beta_3 a_+ a_- \sigma_+ \tau \delta_1 \delta_2 \times \\
& \times (\cos \tau S \text{ch} \sigma_- S - 1) [(\beta_1^2 \sigma_+^2 D^2 - d_1^s d_2^s a_+^2) \sin \sigma_+ S + (d_1^s + d_2^s) \beta_1 a_+ \sigma_+ D \cos \sigma_+ S], \quad (25)
\end{aligned}$$

где $\delta_1 = \sigma_+^2 - \tau^2$, $\delta_2 = \sigma_+^2 - \delta_-^2$, $\delta_3 = \sigma_-^2 + \tau^2$.

Анализируя уравнение (25) можно заметить что в пренебрежении МУ связью, то есть когда $\gamma_2 = 0$, уравнение (25) дает выражение для определения возможных значений k_{s+} и k_{s-} при произвольном закреплении поверхностных спинов тонкой пластины и пленки ЖИГ и выражение для определения возможных значений k_e тонкой пластины и пленки ЖИГ.

Далее рассмотрим спектр магнитоупругих колебаний в касательно намагниченных эпитаксиальных пленках ЖИГ в условиях спин-волнового резонанса.

Итак, рассмотрим эпитаксиальную пленку ЖИГ толщиной S выращенную на подложке ГГГ толщиной d в постоянном магнитном поле \vec{H}_0 , направленном вдоль оси z , которая параллельна поверхности пленки (рис. 2). Для случая распространения МУ волн в направлении x , которое совпадает с направлением кристаллографической оси III кубического кристалла, если учесть обменное взаимодействие, пренебрегая диполь-дипольным и приняв, что упругие свойства ЖИГ и ГГГ являются изотропными, можно получить следующие линеаризованные уравнения движения (1) – (4), где m_x и m_y – проекции переменной намагниченности на соответствующие оси координат (рис. 2), u_{1z} и u_{2z} – проекции упругого смещения на ось z для ЖИГ и ГГГ соответственно.

Уравнения (1) – (3) можно объединить в одно дифференциальное уравнение для переменной намагниченности m_x (5).

Корни характеристического уравнения дифференциального уравнения (5) можно представить в виде формул (9) – (11).

В отсутствие МУ связи, то есть когда $\gamma_2 = 0$, выражение (11) показывает, что могут существовать две поперечные линейно поляризованные упругие волны, каждая из которых может распространяться в положительном и отрицательном направлении оси x , то есть $\tau \rightarrow k_e$. Что касается выражений (9) и (10), то они определяют в этом случае, волновые вектора k_{s+} и k_{s-} спиновой обменной волны частоты ω по формуле (12).

Из (12) видно, что значения k_{s-} всегда чисто мнимые. Что касается значения k_{s+} , то они являются мнимыми при $\omega < \omega_0$, где $\omega_0 = \gamma \sqrt{H_0 (H_0 + 4\pi M)}$, и действительными при $\omega \geq \omega_0$.

Решения уравнений (1) – (4) для случая $\omega \geq \omega_0$ можно представить в виде формул (13) – (15) в области $-S < x < 0$ и

$$u_{2z} = C_7 \cos kx + C_8 \sin kx \quad (26)$$

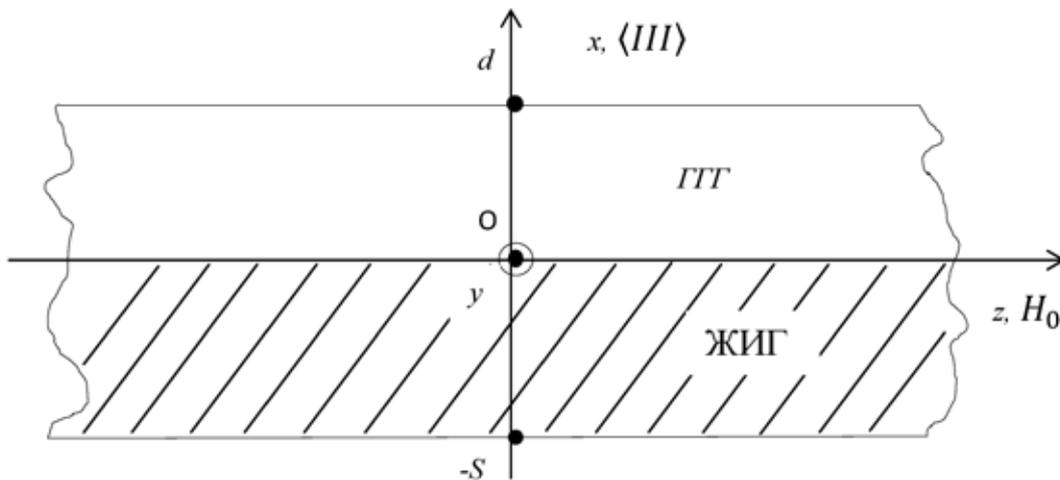


Рис. 2. Эпитаксиальная пленка ЖИГ, намагниченная касательно поверхности

где $\kappa = \sqrt{\frac{p_2 \omega^2}{C_{44,2}}}$ – величина волнового вектора упругой волны в ГГГ, где $p_2, C_{44,2}$ – плотность ГГГ и упругая постоянная ГГГ соответственно.

Будем рассматривать граничные условия в том случае, когда ось поверхностной анизотропии перпендикулярна поверхности пленки, так как обычно в пленках ЖИГ реализуется именно такой вид поверхностной анизотропии, по формулам (17) – (22),

$$[u_{12}]_{x=0} = [u_{22}]_{x=0}, \quad (27)$$

$$\left[c_{44,2} \frac{\partial u_{12}}{\partial x} \right]_{x=0} = 0. \quad (28)$$

Подставляя решения (13) – (16) в граничные условия (17) – (24) и исключая постоянные $C_i (i=1,8)$, найдем уравнение, которое определяет возможные значения $\sigma_+, \sigma_-, \tau_+$ при произвольных параметрах закрепления поверхностных спинов d_1^s и d_2^s :

$$D_{1r} - \left[(H_0 + k_e^2 D) / k_e \right] (z_2 / z_1) D_{2r} \operatorname{tg} kd = 0, \quad (29)$$

где D_{1r} определяется выражением (25) и представляет собой уравнение дисперсии для пленки ЖИГ без подложки ГГГ:

$$\begin{aligned} & \delta^2 \cos \sigma_+ S \sin \tau S \delta_1 + (d_1^s + d_2^s) a_+ a_+ \sigma_+ \tau D \delta_1^2 \delta_2 \delta_3 \cos \sigma_+ S \cos \tau S \} sh \sigma_- S - \\ & - d_2^s \beta_1 \beta_2 \beta_3 a_+^2 \sigma_+^2 \tau^2 \cdot D \delta_1^2 \sin \sigma_+ S \sin S sh \sigma_- S + 2 d_2^s \beta_1 \beta_2 a_+ a_+ \sigma_+ \tau \sigma_- \beta_2 \beta_3 (\cos \sigma_+ S \cos \tau S - 1) \times \\ & \times (\beta_3 \sigma_- D sh \sigma_- S + d_1^s a_+ ch \sigma_- S) - \beta_2 \tau^2 \{ [\beta_1 a_+ \sigma_- (\beta_1 \sigma_-^2 D^2 \delta^2 - d_1^s d_2^s a_+^2) \delta_2 \sin \sigma_+ S ch \sigma_- S + \\ & + \beta_3 a_+ \sigma_+ (\beta_3 \sigma_-^2 D^2 \delta_3 + d_1^s d_2^s a_+^2) \delta_1 sh \sigma_- S \cos \sigma_- S] \delta_2 + (d_1^s + d_2^s) a_+ a_+ \sigma_- D \delta_1 \delta_2^2 \cos \sigma_+ S \times \\ & \times ch \sigma_- S \} \sin \tau S + d_2^s \beta_1 \beta_2 \beta_3 a_+^2 \sigma_+^2 D \delta_2^2 \sin \sigma_+ S \sin \tau S sh \sigma_- S + 2 d_2^s \beta_1 \beta_3 a_+ a_+ \sigma_+ \tau \delta_1 \delta_3 \times \\ & \times (\cos \sigma_+ S ch \sigma_- S - 1) (\beta_2 \tau D \sin \tau S + d_1^s a_+ \cos \tau S) + \beta_1 \sigma_+^2 \{ [\beta_2 a_+ \sigma_- (\beta_2 \tau^2 D^2 \delta_1 + d_1^s d_2^s a_+^2) \times \\ & \times \delta_2 \sin \tau S ch \sigma_- S + \beta_3 a_+ \tau (\beta_3 \sigma_-^2 D^2 \delta_2 + d_1^s d_2^s a_+^2) \delta_1 sh \sigma_- S \cos \tau S] \delta_3 + (d_1^s + d_2^s) a_+ a_+ \tau \sigma_- D \times \\ & \times D \delta_3^2 \delta_2 \delta_1 \cos \tau S sh \sigma_- S \} \sin \sigma_+ S + d_2^s \beta_1 \beta_2 \beta_3 a_+^2 \tau^2 \sigma_-^2 D \delta_3^2 \sin \sigma_+ S \sin \tau S sh \sigma_- S - 2 d_2^s \beta_2 \beta_3 a_+ \sigma_- \sigma_+ \times \\ & \times \tau \delta_1 \delta_2 (\cos \tau S ch \sigma_- S - 1) \beta_1 \sigma_+ D \sin \sigma_+ S + d_1^s a_+ \cos \sigma_+ S), \end{aligned} \quad (28)$$

где $\delta_1 = \sigma_+^2 - \tau^2$, $\delta_2 = \sigma_+^2 - \delta_-^2$, $\delta_3 = \sigma_-^2 + \tau^2$.

Анализируя уравнение (25), можно заметить, что в пренебрежении МУ связью, то есть когда $\gamma_2 = 0$, уравнение (25) дает выражение для определения возможных значений k_{s+} и k_{s-} при произвольном закреплении поверхностных спинов эпитаксиальной пленки ЖИГ и выражение для определения возможных значений k_e эпитаксиальной пленки ЖИГ [2,7].

На основании уравнения (25) проведен численный расчет спектра частот МУ колебаний эпитаксиальной структуры ЖИГ – ГГГ при следующих параметрах пленки ЖИГ и подложки ГГГ [6,8]:

$$\begin{aligned} d &= 5 \cdot 10^{-2} \text{ см}, \quad 4\pi M = 1750 \text{ Гс}, \quad \rho_1 = 5,17 \frac{\text{Г}}{\text{см}^3}, \\ \rho_2 &= 7,02 \frac{\text{Г}}{\text{см}^3}, \quad c_{44,1} = 7,64 \cdot 10^{11} \frac{\text{дин}}{\text{см}^2}, \\ c_{44,2} &= 8,25 \cdot 10^{11} \frac{\text{дин}}{\text{см}^2}, \quad \gamma = 1,76 \cdot 10^7 (\text{Э} \cdot \text{с})^{-1}, \\ b_1 &= 3,48 \cdot 10^6 \frac{\text{эрг}}{\text{см}^3}, \quad b_2 = 6,96 \cdot 10^6 \frac{\text{эрг}}{\text{см}^3}, \\ D &= 5,2 \cdot 10^{-9} \text{ Э} \cdot \text{см}^2, \quad d_1^s = d_2^s = d^s. \end{aligned}$$

Величину подмагничивающего магнитного поля $\overline{H_0}$, в данном случае, следует принять равной 687,5 Э.

В таблице приведены результаты расчета для первых восьми МУ мод (отсчет ведется от частоты однородного ФМР) вблизи первой моды СВР пленки ЖИГ

Результаты расчета для первых восьми МУ мод вблизи первой моды СВР пленки ЖИГ

d^s см ⁻¹	Частоты МУ колебаний структуры ЖИГ- ГГГ, МГц						
	1	2	3	4	5	6	7
0	1925,821	1929,259	1932,759	1936,259	1941,665	1950,540	1954,063
1,0·10 ³	1925,821	1929,250	1932,754	1936,247	1941,662	1950,541	1954,165
1,0·10 ⁵	1925,696	1929,165	1931,853	1933,072	1936,259	1939,790	1943,321
1,0·10 ⁷	1925,654	1929,124	1931,812	1933,030	1936,218	1939,750	1943,319
∞	1925,654	1929,124	1931,812	1933,030	1936,218	1939,750	1943,319

Выводы. В данной работе теоретически исследован спектр МУ колебаний, обусловленный взаимодействием обменных спиновых и уругих волн в продольно намагниченной структуре ЖИГ – ГТГ. Показано, что характер такого спектра, зависимость спектра от величины закрепления поверхностных спинов и толщины пленки оказываются в общем, такими же, как при перпендикулярной ориентации постоянного магнитного поля.

Результаты данной работы могут быть использованы и частично уже используются в лаборатории функциональной электроники факультета радиофизики, электроники и компьютерных систем Киевского национального университета имени Тараса Шевченко для разработки ряда СВЧ-устройств, например, магнитоотрицательных преобразователей и линий поддержки на их основе. Акт внедрения №052/178-15 от 14 декабря 2015 года

Список литературы

1. Барышевский С.О., Лобода А.И. Магнитоотрицательные преобразователи – как элементы автоматического контроля электромагнитного поля сверхвысокой частоты // Техника в сельскохозяйственном производстве: Труды / Таврическая государственная агротехническая академия: темат. науч.-техн. сб. – Мелитополь: ТГАТА, 1998. Вып. 1. – С. 14-17.
2. Барышевский С.О. Спектр магнитоупругих колебаний ферритовых пленок // Моделирование процессов и технологического оборудования в сельском хозяйстве: матер. междунар. науч.-практич. конф. Мелитополь. ТГАТА 17-19 авг, 1994. – Мелитополь, 1994. – С. 6-8.
3. Гуляев Ю.В., Зильберман П.Е. Магнитоупругие волны в платинах и пленках ферромагнетиков // Изв. вузов. Физика. – 1988. – Т. 31. № 11. – С. 6-23.
4. Бутко А.Н., Барышевский С.О. Возбуждение гиперзвука перпендикулярно-намагниченными эпитаксиальными пленками железитриугольного граната с нечетко закрепленными поверхностными спинами пленки // Вестник магистратуры. – № 12 (27) том IV, 2013. – С.6-17.
5. Сейдаметова З.Р., Барышевский С.О. Спектр магнитоупругих колебаний в перпендикулярно-намагниченными эпитаксиальными пленках ЖИГс нечетко закрепленными поверхностными спинами в условиях спин-волнового резонанса // Вестник магистратуры. – № 12 (29) том I. – 2014. – С. 4-11.
6. Ле-Кроу Р., Комсток Р. Магнитоупругие взаимодействия в ферромагнетных диэлектриках // Физическая акустика / Под. ред. У. Мэзона. – М.: Мир, 1968. Т. 3. Ч. Б. – С. 156-243.
7. Саланский Н.М., Ерухимов М.Ш. Физические свойства и применение магнитных пленок. – Новосибирск: Наука, Сибирское отд., 1975. – 222 с.
8. Штраус В. Магнитоупругие свойства иттриевого ферритаграната // Физическая акустика / Под. Ред. У Мэзона. – М.: Мир, 1970. Т.4. Ч. Б. С. 247-316.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КОГНИТИВНОГО ПРОСТРАНСТВА ЧЕЛОВЕКА

Аверьянова А.Н., Арбузова М.С.

Уральский Федеральный университет им. Б.Н. Ельцина,
Екатеринбург, e-mail: masha15031995@rambler.ru

Когнитивным называется пространство, состоящее из концептов, объединенных единой сетью [1]. В настоящее время можно визуализировать это пространство с помощью различных информационных программ, таких как SmartTools, Хебес и др.

А.Ю. Хренников и Ж. Факуньер в своих работах представляют когнитивное пространство в виде иерархий. [3, 4] Именно поэтому в своей работе мы изображаем пространство тоже в виде иерархий. Основные правила составления иерархий: 1) количество дочерних вершин от одной материнской вершины (7 ± 2); 2) желательное разбиение по одному принципу. [2] Возникает вопрос, если человек может разбить предмет по нескольким принципам, как формируется это пространство у него.

Наше предложение – изображение когнитивного пространства в n-мерном пространстве. Изначально иерархия строится в двумерной плоскости. Появляется две оси координат, выделяется главная вершина и происходит деление только по одному выбранному признаку. Когда иерархия построена, происходит ее анализ, т.е. рассматривается каждая вершина. Если какую-то вершину возможно еще разбить по какому-то принципу, то строится еще одна плоскость, пространство становится трехмерным. В новой плоскости строится еще одна иерархия, у которой главной вершиной будет та, у которой был найден новый признак разбиения. Этот процесс повторяется многократно. В итоге получается многомерная иерархия. Именно так мы представляем себе концептуальное пространство.

Перед нами поставлена задача реализовать программный продукт, который будет наглядно изображать процесс построения иерархий и их итоговый вид. Для этого в начале надо будет разработать алгоритм формирования когнитивного пространства человека, понять, как работает это пространство, то есть как в нем происходят какие-то преобразования, а также разобраться в том, как пространства взаимодействуют друг с другом. Для начала реализуем программу, которая будет строить только две плоскости: главную и перпендикулярную к ней дополнительную плоскость на каком-то уровне. Наша программа поможет человеку увидеть и понять, как формируется и как выглядит его внутреннее когнитивное пространство.



Системно-структурная модель предполагаемого решения

Системно-структурная модель предполагаемого решения может быть представлена в виде следующей схемы, приведенной на рисунке.

Список литературы

1. Величковский Б.М. Когнитивная наука. Основы психологии познания, Академия, 2006.
2. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2000.
3. Хренников А.Ю. Моделирование процессов мышления в р-адических системах координат. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.
4. Fauconnier G. Mental Spaces. – Cambridge University Press, 1994.

ИНТЕГРАЛЬНАЯ МНОГОПРОДУКТОВАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

Гирлин С.К., Гуцалюк Ю.С., Касовская И.П.

Институт экономики и управления, гуманитарно-педагогическая академия, филиал ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Ялта, e-mail: quc.yul@mail.ru

Постановка задачи. Воспользовавшись уже полученными результатами в только что созданной новой науке – математической теории развития, построить математическую модель функционирования СО, учитывающую подготовку специалистов требуемой квалификации и дефицитных для общества специальностей. В рамках этой модели поставить математическую оптимизационную задачу, решение которой обеспечит максимальный выпуск в течение заданного промежутка времени указанных специалистов.

Актуальность поставленной задачи. Задачи повышения качества образования были и остаются весьма актуальными задачами просвещения. Предложенная в работе математическая модель СО позволяет описывать динамику получения качественного образования по различным специальностям, а также решать задачу перераспределения ресурсов для максимизации выпуска специалистов высокой квалификации и дефицитных для общества специальностей.

Анализ последних исследований и публикаций. С целью решения выше поставленной задачи применяется математическая теория развивающихся систем (РС), основы которой заложил академик В.М. Глушков при изучении макроэкономических задач [6-8]. В работах Иванова В.В. [8,12-14], Яценко Ю.П. [11] и Гирлина С.К. [1-5, 12] эта теория получила дальнейшее развитие и оформилась в новое научное направление – математическую теорию развития [12], в рамках которой Гирлиным С.К. в результате анализа ряда доказанных теорем были открыты три фундаментальных законов развития (любой системы и процессов) [12, с. 67-79].

В качестве РС можно рассматривать любую систему, если в ней можно выделить хотя бы одну подсистему самосовершенствования, главная функция которой – само существование и развитие системы. Любую СО: школу, вуз, СО Крыма, СО РФ и т.п., можно рассматривать как развивающуюся систему. В качестве подсистемы самосовершенствования СО можно выделить подсистему, главной функцией которой есть производство новых рабочих мест (РМ) сотрудников СО. Продукты деятельности СО, обеспечивающие выполнение этой функции (внутренней для системы) будем называть продуктами первого рода. Продукты, обеспечивающие выполнение системой основной (внешней для системы) функции, будем называть продуктами второго рода. В СО продуктами первого рода являются новые рабочие места сотрудников СО, производящие новые РМ сотрудников СО, а также выполняющие свою основную функцию – выпуск квалифицированных специалистов определенных специальностей (т.е. продуктами второго рода являются РМ выпускников СО). Под РМ понимается

не какой-либо конкретный работник, а совокупность трудовых функций, выполняемых одним работником за единицу времени (рабочую смену, неделю, месяц и т.п.), причем выполнение этих трудовых функций должно быть обеспечено материально, энергетически и информационно. В работе приведена система уравнений и неравенств многопродуктовой модели СО и поставлена оптимизационная задача.

Следует отметить что описание многих процессов интегральными уравнениями вольтерровского типа имеет определенные преимущества при описании этих же процессов дифференциальными уравнениями. В 1959 г. и 1973 г. академик Л.В. Канторович при изучении однопродуктовой экономической модели пришел к необходимости введения функции в нижнем пределе интеграла вольтерровского вида [9,10]. Независимо от него в 1977 г. при математическом исследовании макроэкономической задачи академиком В.М. Глушковым был введен новый класс динамических моделей, представляющий собой описание управляемых динамических систем с помощью интегральных уравнений вольтерровского типа. Характерной особенностью уравнений Глушкова является наличие функций в нижних пределах интегралов. Основным фундаментальным результатом этого исследования заключался в следующем: для максимизации выхода продуктов потребления на достаточно большом отрезке времени планирования доказана необходимость возрастания в начале временного отрезка планирования доли числа рабочих мест в подсистеме самосовершенствования (т.е. в группе А – группе производства средств производства) и лишь на заключительном отрезке времени планирования необходимо максимальное возрастание доли рабочих мест в группе Б (т.е. в группе производства предметов потребления). Почти во всех публикациях исследовались задачи для развивающейся системы с заданной начальной предисторией, причем непосредственное воздействие на систему внешних для нее факторов не рассматривалось. На основе разделения ресурсов развивающейся системы на внутренние и внешние (поступающие в систему извне) В.В. Ивановым и С.К. Гирлиным были предложены [3], а позже и уточнены [1] уравнения развивающейся системы, которые в отличие от уравнений Глушкова используют функции более широкого класса (вместо непрерывных функций – кусочно непрерывные) и которые позволяют ставить и решать задачи, которые в рамках моделей Глушкова не могут быть поставлены (например, задачи моделирования возникающих РС, задачи оптимального распределения не только внутренних, но и внешних ресурсов РС, поступающих в РС из внешней среды).

Впервые модели Глушкова для описания функционирования СО предложил Иванов В.В. [13, с. 234-235]. В [2, 4] Гирлин С.К. предложил для этой же цели применить более широкий класс моделей. Настоящая работа представляет собой дальнейшее развитие [1, 2, 4].

Одна из главных особенностей интегральных моделей В.М. Глушкова заключается в том, что вся развивающаяся система, которую эти модели описывают, разбита на две подсистемы: одна из них выполняет внутреннюю функцию, заключающуюся в совершенствовании самой системы, а вторая осуществляет внешнюю (основную) функцию системы. Согласно этому все обобщенные продукты (элементы) системы подразделяются на продукты первого и второго рода: материальное, энергетическое и информационное обеспечение внутренней и внешней функций называются продуктами соответственно первого и второго рода. В качестве примеров продуктов первого и вто-

рого рода можно привести соответственно рабочие места и продукты потребления в макроэкономической системе. Если же внутренних и внешних функций в системе несколько, то имеет смысл рассматривать многопродуктовые РС.

Цель статьи состоит в решении поставленной выше задачи.

Изложение основного материала. Перейдем теперь математическому описанию функционирования многопродуктовой модели СО, как РС. Под оптимальностью развития двухпродуктовой РС здесь понимается такое функционирование СО на заданном временном отрезке планирования, при котором осуществляется максимизация выхода продуктов второго рода – специалистов (выпускников) обеспечивающих основную функцию СО, посредством наилучшего распределения ресурсов СО между подсистемами А (подсистемой самосовершенствования системы) и Б (подсистемой выполнения основной функции системы). Решение рассматриваемой оптимизационной задачи может интерпретироваться как максимальное количество выпускников нужных обществу специальностей на заданном временном промежутке. Придерживаясь идеи работ Гирлина С.К., будем предполагать, что в СО продукты первого и второго родов появляются, как в результате их создания внутри СО, так и в результате их поступления в готовом виде извне (например, из другой СО).

Пусть СО готовит специалистов по n специальностям. Поставим в соответствие каждой специальности номер i , $i \in \{1, 2, \dots, n\}$, и пусть $J_0 = \{i_1, i_2, \dots, i_m\} \subseteq I$, где i_k – номер специальности, которая в текущий момент наиболее востребована обществом (например, как известно, сейчас наиболее дефицитными специальностями являются технические), $i_k \in \{1, 2, \dots, n\}$. В дальнейшем специальность и ее номер будем отождествлять. Пусть $f(t)$ – скорость поступления из внешней среды в момент времени t в подсистему А новых РМ, как сотрудников СО (не только преподавателей, но и всех, кто принимает участие в подготовке студентов: сотрудников администрации, бухгалтерии и т.п.), так и выпускников других СО; $x_0(t)f(t)$ – скорость поступления из внешней среды в подсистему А СО в момент времени t новых РМ, которые в дальнейшем создают изменение технологии производства продуктов первого рода $\alpha(t, \tau)$; $x_1(t)f(t)$ – скорость поступления из внешней среды в подсистему А СО в момент времени t новых РМ, которые в дальнейшем создают новые РМ сотрудников СО, $0 \leq x_0(t) \leq 1$; $x_i(t)f(t)$ – скорость поступления из внешней среды в момент времени t в подсистему Б СО новых РМ специальности i , $0 \leq x_i \leq 1$, $i = 2, 3, \dots, n$; $m(t)$ и $c_i(t)$ – скорости появления в момент t количества новых РМ сотрудников СО и новых рабочих мест выпускников СО специальности i ; $a(t)$ – максимальный момент времени, ранее которого появившиеся РМ сотрудников СО не участвуют в момент времени t в производстве как в подсистеме А, так и в подсистеме Б, а появившиеся позже участвуют стопроцентно (при этом, возможно, с нулевой эффективностью), $0 \leq a(t) \leq t$, $a(t_0) = 0$, t_0 – момент начала моделирования (т.е. $a(t)$ – временная граница ликвидации устаревших технологий производства РМ как сотрудников СО, так и РМ выпускников всех специальностей); согласно [13, с. 235] положим $\alpha(t, \tau) = \alpha_1(\tau) \exp(-d_1(t - \tau))$, $\alpha(t, \tau)$ – показатель эффективности производства (удельная производительность) как новой технологии производства в подсистеме А, так и производства новых РМ в этой подсистеме А, $d_1 = \text{const} > 0$, функция $\alpha(t, \tau)$ (а, значит, и функция $\alpha_1(\tau)$) долж-

на возрастать по переменной τ , $0 \leq \tau \leq t$, (это отражает нашу веру в научно-технический прогресс: с течением времени появляются более эффективные технологии производства) и убывать по переменной t (это предположение отражает нашу убежденность, что с течением времени любая ранее созданная технология устаревает, становится неэффективной); $\alpha(t, \tau)$ – количество единиц $\alpha'(t)$ и количество новых РМ в подсистеме А, произведенных в единицу времени, начиная с момента t , приходящихся на одну единицу РМ, появившихся в СО в единицу времени, начиная с момента τ , $0 \leq \tau \leq t$; аналогично [13, с. 235] $\beta_j(t, \tau) = \beta_{j1}(\tau) \exp(-d_2(t - \tau))$, $d_2 = \text{const} > 0$, интерпретация функции $\beta_j(t, \tau)$ аналогична интерпретации функции $\alpha(t, \tau)$: $\beta_j(t, \tau)$ – показатель удельной производительности в подсистеме Б: количество новых РМ выпускников высокой квалификации по специальности j в единицу времени, начиная с момента t , приходящихся на одну единицу РМ сотрудников, появившихся в единицу времени, начиная с момента τ (уровень требуемой квалификации определяется, например, в результате экзаменов или тестирования); $m(t)$ – скорость появления в момент времени t в подсистеме А РМ сотрудников СО (в результате как создания внутри подсистемы А, так и поступления в подсистему А извне); $y_0(\tau)m(\tau)$ – доля РМ сотрудников СО, появившихся в единицу времени, начиная с момента τ участвующих в момент времени t в изменении технологии а, $0 \leq y_0 \leq 1$, $\tau \leq t$; $y_1(\tau)m(\tau)$ – доля РМ сотрудников СО, появившихся в единицу времени, начиная с момента τ , участвующих в момент времени t в производстве новых РМ сотрудников в подсистеме А, $0 \leq y_1 \leq 1$, $\tau \leq t$; $y_i(\tau)m(\tau)$ – доля РМ сотрудников СО, появившихся в единицу времени, начиная с момента τ , участвующих в момент времени t в производстве новых РМ специалистов (выпускников) требуемой квалификации, $0 \leq y_i \leq 1$, $\tau \leq t$; $P_{A0}(t)$, $P_{A1}(t)$ и $P_{Bi}(t)$ – количество функционирующих в момент t соответственно РМ сотрудников СО (как в подсистеме А, так и в подсистеме Б), так и РМ выпускников по специальности i ; будем предполагать, что на отрезке времени $[0 = a(t_0), t_0]$ задана начальная предыстория: все функции, область определения которых $[0, t_0]$, будем считать известными и обозначать теми же буквами с индексом 0: $m(\tau) \equiv m_0(\tau)$, $\tau \in [0, t_0]$. Согласно введенным определениям можно доказать аналогично [2], что справедливы соотношения:

$$\alpha'_1(t) = \int_{a(t)}^t \alpha_1(\tau) \exp(-d_1(t - \tau)) y_{A0}(\tau) m(\tau) d\tau + x_{A0}(t) f(t),$$

$$\alpha_1(t) = \alpha(t, t),$$

$$m(t) = \int_{a(t)}^t \alpha_1(\tau) \exp(-d_1(t - \tau)) y_{A1}(\tau) m(\tau) d\tau + x_{A1}(t) f(t),$$

$$\beta_i(t) = \int_{a(t)}^t \alpha_i(\tau) \exp(-d_2(t - \tau)) y_i(\tau) m(\tau) d\tau + x_i(t) f(t),$$

$$\beta_i(t) = \beta_i(t, t),$$

$$c_i(t) = \int_{a(t)}^t \beta_i(\tau) \exp(-d_2(t - \tau)) y_i(\tau) m(\tau) d\tau + x_{ci}(t) f(t),$$

$$P_{A0}(t) = \int_{a(t)}^t y_{A0}(\tau) m(\tau) d\tau,$$

$$P_{A1}(t) = \int_{a(t)}^t y_{A1}(\tau) m(\tau) d\tau,$$

$$P_{Bi}(t) = \int_{a(t)}^t y_i(\tau) m(\tau) d\tau,$$

$$0 \leq x_{A0}, y_{A0}, x_{A1}, y_{A1}, u_i, x_i, x_{ci}, y_i \leq 1,$$

$$x_{A0} + x_{A1} + \sum_{i=1}^n x_i + \sum_{i=1}^n x_{ci} = 1,$$

$$y_{A0} + y_{A1} + \sum_{i=1}^n u_i + \sum_{i=1}^n y_i = 1,$$

$$0 \leq a(t) \leq \tau \leq t, \quad 0 = a(t_0), \quad t \in [t_0, T],$$

$$0 < t_0 < T < +\infty. \quad (*)$$

Теорема. Если заданы

1) непрерывные на отрезке $[t_0, T]$ функции $f(t)$, $P_{A0}(t)$, $P_{A1}(t)$, $P_{Bi}(t)$, положительное число d_1 ,

2) кусочно непрерывные на отрезке $[t_0, T]$ функции $x_{A0}(t)$, $x_{A1}(t)$, $x_i(t)$, $x_{ci}(t)$, $i = 1, 2, \dots, n$,

3) кусочно непрерывные на отрезке $[0, t]$ функции $y_{A0}(\tau)$, $y_{A1}(\tau)$, $u_i(\tau)$, $y_i(\tau)$, $i = 1, 2, \dots, n$, дифференцируемая функция $\alpha(\tau) \equiv \alpha_0(\tau)$, $\tau \in [0, t_0]$, кусочно непрерывная и ограниченная на отрезке $[0, t_0]$ функция $m(\tau) \equiv m_0(\tau)$, то система уравнений и неравенств (*) имеет единственное на $[t_0, T]$ решение $\alpha(t)$, $m(t)$, $a(t)$, $\beta_i(t)$, $c_i(t)$, $i = 1, 2, \dots, n$, причем на $[t_0, T]$ функции $m(t)$, $\beta_i(t)$ и $c_i(t)$, $i = 1, 2, \dots, n$, кусочно непрерывны, функция $a(t)$ непрерывна, а функция $\alpha(t)$ дифференцируема. Решение это может быть найдено методом последовательных приближений.

Доказательство теоремы проводится совершенно аналогично [5, с. 72-77, 101-106] (уравнения решенной системы являются нелинейными, так как одна из искоемых функций, $a(t)$ находится в нижних пределах интегралов).

Очевидно, что если задано положительное число d_2 , то можно найти и $\beta_i(t, \tau)$, $(t, \tau) \in [t_0, T] \times [0, T]$, $i = 1, 2, \dots, n$.

Поставим теперь следующую оптимизационную задачу наилучшего распределения внешних ресурсов.

Пусть выполнены условия теоремы 1), 3). Требуется найти такие кусочно непрерывные на $[t_0, T]$ функции $Z^* = \{x_{A0}^*(t), x_{A1}^*(t), x_i^*(t), x_{ci}^*(t), i = 1, 2, \dots, n\}$, а также зависящие от них функции $\alpha^*(t)$, $\beta_i^*(t)$, $m^*(t)$, $a^*(t)$, $c_i^*(t)$, $i = 1, 2, \dots, n$, $t \in [t_0, T]$, которые с учетом соотношений (*) и ограничений $n_i^-(t) \leq c_i(t) \leq n_i^+(t)$ максимизируют функционал

$$\Phi(Z) = \sum_{k=1}^m \int_{t_0}^T c_k(t) dt:$$

$$\Phi(Z^*) = \max_Z \Phi(Z) = \max_Z \sum_{k=1}^m \int_{t_0}^T c_k(t) dt,$$

где функции $n_i^-(t)$ и $n_i^+(t)$, определяемые как соответственно минимальные и максимальные скорости выпуска специалистов i -й специальности, известны или должны быть известны из плана Министерства образования, $i = 1, 2, \dots, n$, $Z = \{x_{A0}, x_{A1}, \{x_i\}_{i=1}^n, \{x_{ci}\}_{i=1}^n\}$, $i_k \in J_0$.

Выводы. Предложенная в [2] модель СО в настоящей работе существенно уточнена и дополнена. Поставлена оптимизационная задача максимизации выпуска специалистов требуемых обществу специ-

альностей при помощи наилучшего распределения внешних ресурсов, поступающих в СО.

Дальнейшие исследования должны проводиться педагогами – методистами (для получения функций α , β_i , $n_i^-(t)$ и $n_i^+(t)$, $i = 1, 2, \dots, n$), математиками – специалистами в области разностных уравнений и численных методов, программистами (для компьютерного моделирования динамики СО, так как сложность задачи не позволяет решать ее в общем случае аналитически).

Список литературы

1. Антонок Ю.Ю., Гирлин С.К. Интегральная модель системы образования и колебательные решения ее уравнений // Международный студенческий вестник. – 2015. – № 3. ч.4. – С. 429-431.
2. Гирлин С.К. Моделирование возникающих развивающихся систем // Докл. АН УССР. Сер. А. – 1987. – № 10. – С. 65-67.
3. Гирлин С.К. О построении математической теории обучения в системе образования // Проблеми сучасної педагогічної освіти. Сер.: Педагогіка і психологія. – 36. статей. Вип. 8. Ч.2 – Ялта: РВВ КГУ, 2005. – С.220-228.
4. Гирлин С.К., Иванов В.В. Моделирование взаимодействия развивающихся систем // Докл. АН УССР. Сер. А. – 1986. – № 1. – С. 58-60.
5. Гирлин С.К., Михайлова М.Е. Основная идея и результаты моделирования задачи управления качеством учебного процесса // Професіоналізм педагога в контексті європейського вибору України: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Ялта, 18-22 вересня 2008 р.). – Ч.ІІІ. – Ялта: РВВ КГУ, 2009. – С. 42-45.
6. Гирлин С.К. Лекции по интегральным уравнениям: Учебное пособие для студентов математических специальностей / Гирлин С.К. – 2-е изд. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2014. – 178 с.
7. Глушков В.М. Об одном классе динамических макроэкономических моделей // Управляющие системы и машины. – 1977. – №2. – С. 3-6.
8. Глушков В.М., Иванов В.В. Моделирование оптимизации распределения рабочих мест между отраслями производства А и Б // Кибернетика. – 1977. – №6. – С. 117-131.
9. Глушков В.М., Иванов В.В., Яненко В.М. Моделирование развивающихся систем. – М.: Наука, 1983. – 352 с.
10. Канторович Л.В., Горьков Л.И. О некоторых функциональных уравнениях, возникающих при анализе однопродуктовой экономической модели // Докл. АН СССР. – 1959. – 129, № 4. – С. 732-736.
11. Канторович Л.В., Жиянов В.И. Однопродуктовая динамическая модель экономики, учитывающая изменение структуры фондов при наличии технического прогресса // Там же. – 1973. – 211, №6. – С. 1280-1283.
12. Яненко Ю.П. Интегральные модели систем с управляемой памятью. – К.: Наук.думка, 1991. – 220 с.
13. Girlin S.K., Ivanov V.V. Mathematical Theory of Development. A Course of Lectures: Учебное пособие для студентов математических специальностей / S.K. Girlin, V.V. Ivanov. – Simferopol: PP "ARIAL", 2014. – 140 p.
14. Ivanov V.V. Model Development and Optimization. – Dordrecht / Boston / London: Kluwer Academic Publishers, 1999. – 249 p.
15. Ivanov V.V., Ivanova N.V. Mathematical Models of the Cell and Cell Associated Objects. – Amsterdam: Elsevier, 2006. – 333 p.

МЕТОД ЛАГРАНЖА РЕШЕНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ

Макаркин В.М., Апейчева Л.А.

Нижекамский химико-технологический институт,
Нижекамск, e-mail: mak.nk16rus@gmail.com

Развитие областей науки и техники существенно зависят от развития различных направлений математики. В настоящее время математика становится средством решения проблем организации производства, помогает в поиске оптимальных решений, что содействует повышению производительности труда.

Многие прикладные задачи сводятся к исследованию функции на экстремум. В частности, в экономической теории задача математического программирования часто сводится к задаче на условный экстремум. Одним из наиболее удобных способов поиска экстремума функции при наличии ограничений на ее переменные, т.е. решения задачи условной оптимизации, является метод множителей Лагранжа. Основное практическое значение метода Лагранжа заключается в том, что он позволяет перейти от условной оптимизации к безусловной.

Ниже рассматривается задача о нахождении условного экстремума функции нескольких переменных.

Задача. Найти наименьшее значение выражения $(x-y)^2 + (z-u)^2$ при условии связи

$$(x-1)^2 + (y-u)^2 + (z-3)^2 + (u-2)^2 = 1.$$

Решение будем искать методом множителей Лагранжа. Функция Лагранжа в этом случае принимает вид:

$$F(x, y, z, u, \lambda) = (x-y)^2 + (z-u)^2 + \lambda((x-1)^2 + (y-u)^2 + (z-3)^2 + (u-2)^2 - 1).$$

Для нахождения стационарных точек составляем систему уравнений:

$$\begin{cases} F'_x = 2(x-y) + 2\lambda(x-1) = 0, \\ F'_y = -2(x-y) + 2\lambda(y-u) = 0, \\ F'_z = 2(z-u) + 2\lambda(z-3) = 0, \\ F'_u = -2(z-u) + 2\lambda(u-2) = 0, \\ F'_\lambda = (x-1)^2 + (y-u)^2 + (z-3)^2 + (u-2)^2 - 1. \end{cases} \quad (1)$$

Складывая первое уравнение системы (1) со вторым, а третье уравнение – с четвертым, получаем следующую систему:

$$\begin{cases} x+y=5, \\ z+u=5, \\ 2(x-y) + \lambda(x-y+3) = 0, \\ 2(z-u) + \lambda(z-u-1) = 0, \\ (x-1)^2 + (y-u)^2 + (z-3)^2 + (u-2)^2 = 1. \end{cases} \quad (2)$$

Отсюда имеем:

$$\begin{cases} y = 5 - x, \\ u = 5 - z, \\ (x-1)^2 + (z-3) = \frac{1}{2}, \\ (2x-5) + \lambda(x-1) = 0, \\ (2z-5) + \lambda(z-3) = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Из системы (3), выражая λ :

$$\lambda = \frac{5-2x}{x-1}, \quad \lambda = \frac{5-2z}{z-3},$$

получаем соотношение

$$(5-2x)(z-3) = (5-2z)(x-1).$$

Отсюда имеем

$$x = 10 - 3z. \quad (4)$$

Подставляя соотношение (4) в третье уравнение системы (3), находим:

$$z_1 = 3 + \frac{1}{2\sqrt{5}}, \quad z_2 = 3 - \frac{1}{2\sqrt{5}}.$$

Далее из системы (3) получаем два решения системы (1):

$$M_1 \left(x_1 = 1 - \frac{3}{2\sqrt{5}}; y_1 = 4 + \frac{3}{2\sqrt{5}}; u_1 = 2 - \frac{1}{2\sqrt{5}} \right);$$

$$\lambda_1 = -2(\sqrt{5}+1);$$

$$M_2 \left(x_2 = 1 + \frac{3}{2\sqrt{5}}; y_2 = 4 - \frac{3}{2\sqrt{5}}; u_2 = 2 + \frac{1}{2\sqrt{5}} \right);$$

$$\lambda_2 = 2(\sqrt{5}+1).$$

Поскольку $F''_{xx} = 2 + 2\lambda$, то при $\lambda = -2(\sqrt{5}+1)$ имеем $F''_{xx} < 0$, и M_1 является точкой условного максимума, при $\lambda = 2(\sqrt{5}+1)$ получаем $F''_{xx} > 0$, и M_2 – точка условного минимума. Итак, минимальное значение выражения $(x-y)^2 + (z-u)^2 = 12 - 4\sqrt{5}$.

Список литературы

1. Бутузов В.Ф., Крутицкий Н.Ч., Медведев Г.Н., Шишкин А.А. Математический анализ в вопросах и задачах: Уч. пособие / Под ред. В.Ф. Бутузова, 6-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2008. – С. 261 – 264.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАДИЕНТА НА ПЕРЕХОД ВОДЫ СО ЛЬДА В ДИСПЕРСНУЮ СРЕДУ

Рябова Н.В., Копосов Г.Д.

Северный (Арктический) федеральный университет
им. М.В. Ломоносова, Архангельск,
e-mail: nataliya.strannaya@gmail.com

Дисперсные системы часто встречаются в нашей жизни, поэтому в последние годы все больше проявляют особый интерес к изучению физике дисперсных систем. В более ранних исследованиях проведенных в лабораториях в физике дисперсных систем обнаружен эффект влагопереход с поверхности льда. В работах [1,2,3] представлены результаты по исследованию влагоперехода на границе льда с различными материалами. Обнаружено две фазы влагоперехода описываемые разными математическими моделями.

Задача исследования состояла в изучении влияния температурного градиента в грунте на переход воды со льда в дисперсную среду. Для данного эксперимента был выбран в качестве дисперсной среды – песок.

Методика проведения

В чашки насыпался очищенный и охлажденный до -15°C песок. Далее сверху помещали льдинки толщиной примерно 1 см. Затем 4 из 5 сосудов ставили на нагревательные элементы разной мощности, которые находились в холодильнике. Термопары располагали на границе лед – дисперсная среда, а вторая под чашкой. Последующие дни измеряли массу песка, термоэдс и напряжение на нагревателях 2 раза в сутки с интервалом ≈ 6 часов при постоянной силе тока.

Экспериментальные результаты

На рис. 1 представлены временные зависимости массы воды, перешедшей с поверхности льда в песок при различных мощностях подогрева ($P_1=0,12$ Вт; $P_2=0,17$ Вт; $P_3=0,24$ Вт; $P_4=0,40$ Вт; $P_5=0$ Вт). На рис. 2 изображена зависимость разности температур от мощности подогрева. Рис. 1 демонстрирует, что нижний подогрев в целом увеличивает скорость влагоперехода. Но при этом увеличение мощности подогрева уменьшает влагопереход. При этом, как свидетельствует рис. 2, не наблюдается монотонность в зависимости от мощности подогрева. Это свидетельствует о многофакторности исследуемой проблемы.

Обсуждение результатов

Сначала поступим формально и определим зависимость коэффициента теплопроводности на основании формулы:

$$P = \lambda S \frac{\Delta T}{h} = \lambda S \frac{U}{\alpha h}, \quad (1)$$

где λ – коэффициент теплопроводности, S – площадь сечения песка, U – термоэдс термопары, измеряющей разность температур, h – толщина слоя песка и α – коэффициент термоЭДС.

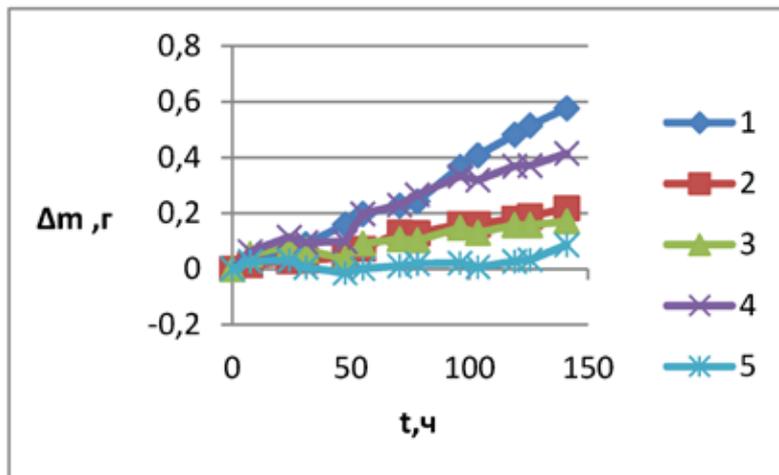


Рис. 1

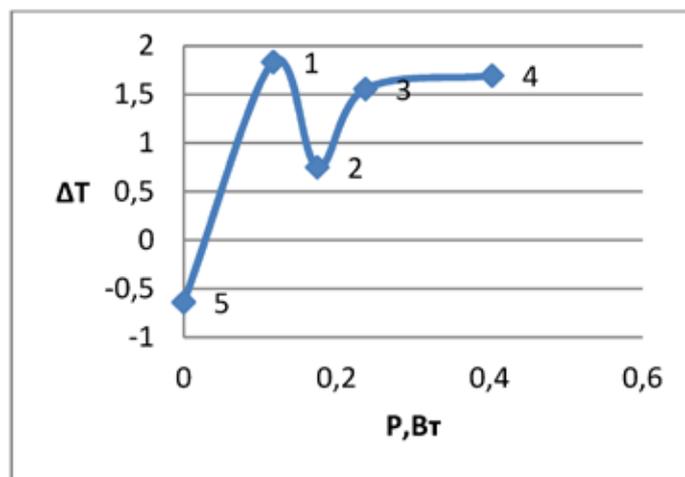


Рис. 2

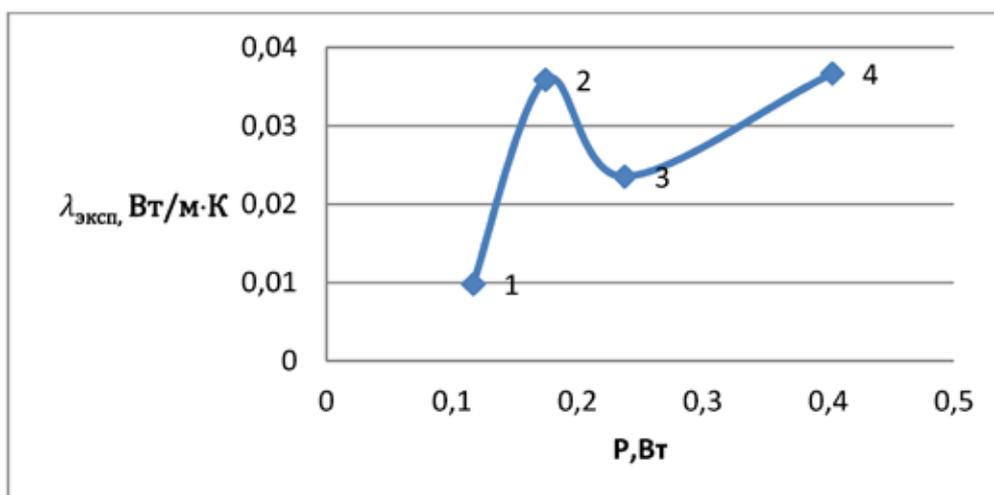


Рис. 3

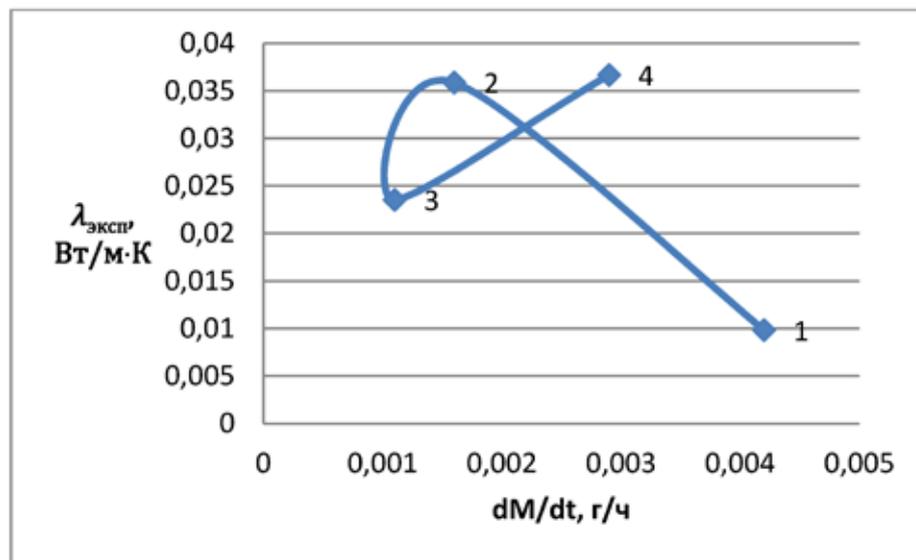


Рис. 4

На рис. 3 представлена зависимость, наблюдаемая $\lambda_{\text{эксп}}$ от мощности подогрева. Тот факт, что $\lambda = f(P)$ и то, что коэффициент теплопроводности меньше, чем табличные ($\lambda=2,2$ Вт/м·К) для песка, свидетельствует о наличии дополнительного теплового сопротивления. Возникновение дополнительного теплового сопротивления связано с диффузией молекул H_2O при переходе с поверхности льда в грунт. Плотность потока числа молекул H_2O через границу составляет

$$j = \frac{dM}{dt} \frac{1}{m_0 S} \quad (2)$$

и определяет перенос тепла

$$P = jk \Delta T_{\text{диф}} S.$$

Это эквивалентно

$$\Delta\lambda = \frac{dM}{dt} \frac{kh}{m_0 S} \frac{\Delta T_{\text{диф}}}{\Delta T_{\text{тепл}}}.$$

Это приводит к тому, что $\lambda_{\text{эксп}} = \lambda_0 - \Delta\lambda$. Полученная зависимость

$$\lambda_{\text{эксп}} = f\left(\frac{dM}{dt}\right)$$

представлена на рис. 4. Общая наблюдаемая тенденция определяет убывание $\lambda_{\text{эксп}}$ от $\frac{dM}{dt}$. При этом са-

мые большие значения $\frac{dM}{dt}$ соответствует малому значению мощности. При других мощностях наблюдается колебания $\lambda_{\text{эксп}}$ в пределах 17%.

Относительно основного вопроса о влиянии разности температур на переход воды с поверхности льда в песок. Замечаем, что небольшой градиент способствует увеличению скорости перехода по причине увеличения диффузии H_2O от границы перехода. Увеличение же градиента приведет к увеличению градиента на границе перехода, что приведет к замедлению скорости перехода через границу лед-песок. Для окончательного ответа необходимо продолжение экспериментов.

Список литературы

1. Копосов Г.Д. Исследования влияния размеров гранул дисперсной среды на переход квазизжидкого слоя с поверхности льда / Г.Д. Копосов, К.О. Митюгова, А.В. Тягунин // Физический вестник Института естественных наук и технологий САФУ: Сб. научн. тр. Вып.13. – Арх-ск: Кира, 2014. – С. 41–44.
2. Егочина В.И. Исследование процесса перехода воды через границу лед – порошок неорганического материала при отрицательных температурах / В.И. Егочина, А.В. Тягунин, А.В. Булыгина // Физический вестник Института естественных наук и технологий САФУ: Сб. научн. тр. Вып.14. – Арх-ск: Кира, 2015. – С. 14–19.
3. Егочина В.И. Исследование влагоперехода через границу лед-порошок органических материалов / В.И. Егочина, А.В. Тягунин, Г.Д. Копосов // Физический вестник Института естественных наук и технологий САФУ: Сб. научн. тр. Вып.14. – Арх-ск: Кира, 2015. – С. 19–27.

Секция «Актуальные вопросы физики и техники информационных систем», научный руководитель – Глуценко А.Г., д-р физ.-мат. наук, профессор

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО ЗЕРКАЛА

Агаповичева А.С., Жуков С.В.

Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики, Самара,
e-mail: alla.agapovicheva@mail.ru

Антенны радио и оптического диапазона являются важной частью устройств, связанных с передачей

информации, телекоммуникационных систем [1,2]. Параболическое зеркало – это фокусирующее свойство, т.е. все лучи параллельного пучка света, падающие на него, фокусируются в одной точке, как и все лучи света, испущенные из фокуса такого зеркала, образуют параллельный пучок света, как показано на рис. 1.

Расчётная схема отражения лучей представлена на рис. 2.

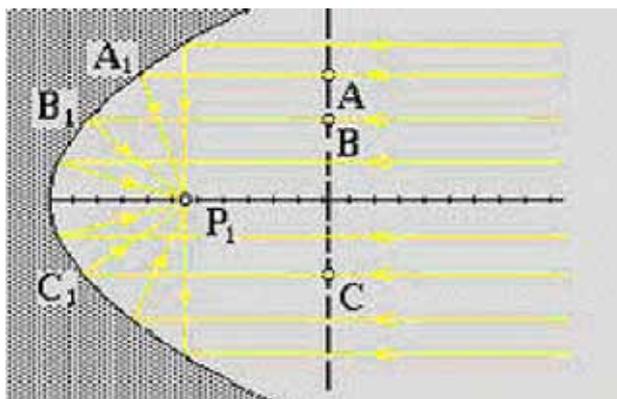


Рис. 1. Схема распространения лучей света при отражении от параболического зеркала

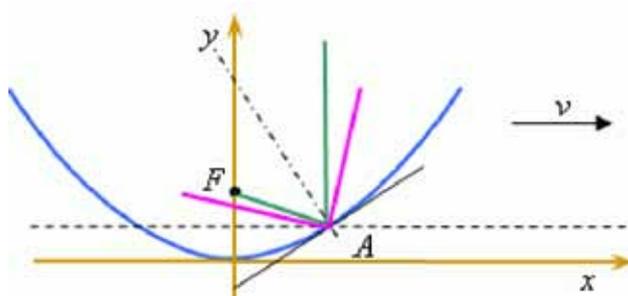


Рис. 2. Общая схема отражения света от параболического зеркала; лиловым обозначена траектория истинного луча, изумрудным – фиктивного

Параболическое зеркало дает направленный пучок света. На этом свойстве зеркал основано устройство прожекторов и рефлекторов (отражателей) различного рода [1].

Параболическое зеркало из сплошного листа концентрирует в фокусе тепло солнечных лучей и нагревает облучатель. Для устранения этого эффекта понижают отражающую способность зеркала световым лучам, применяя мелкошероховатые (рубчатые) ли-

сты, специальную покраску и защищают облучатель колпаком с хорошо отражающей лучи поверхностью. В больших зеркалах применяют температурные компенсаторы для исключения вредного действия нагрева солнечными лучами несущей конструкции и отражающей поверхности.

В данной работе выполнено компьютерное моделирование параболического зеркала. Ниже представлена смоделированная схема параболического зеркала (рис. 3).

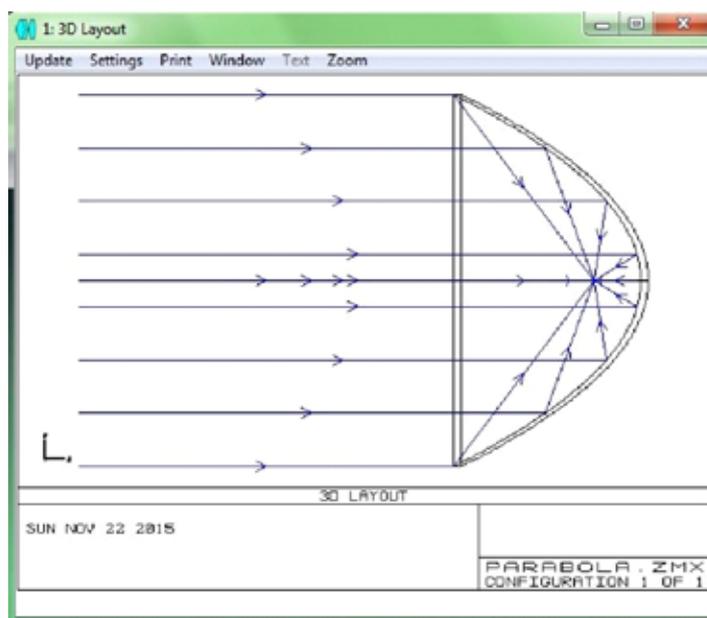


Рис. 3. Схема параболического зеркала с направлением хода лучей

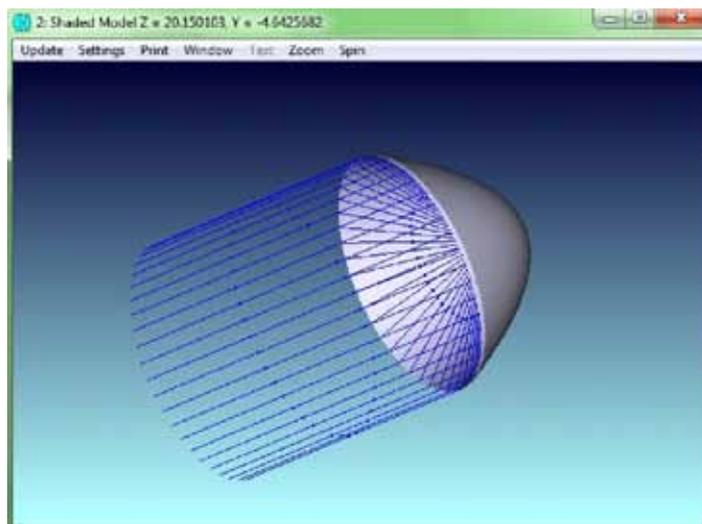


Рис. 4. 3D модель параболического зеркала

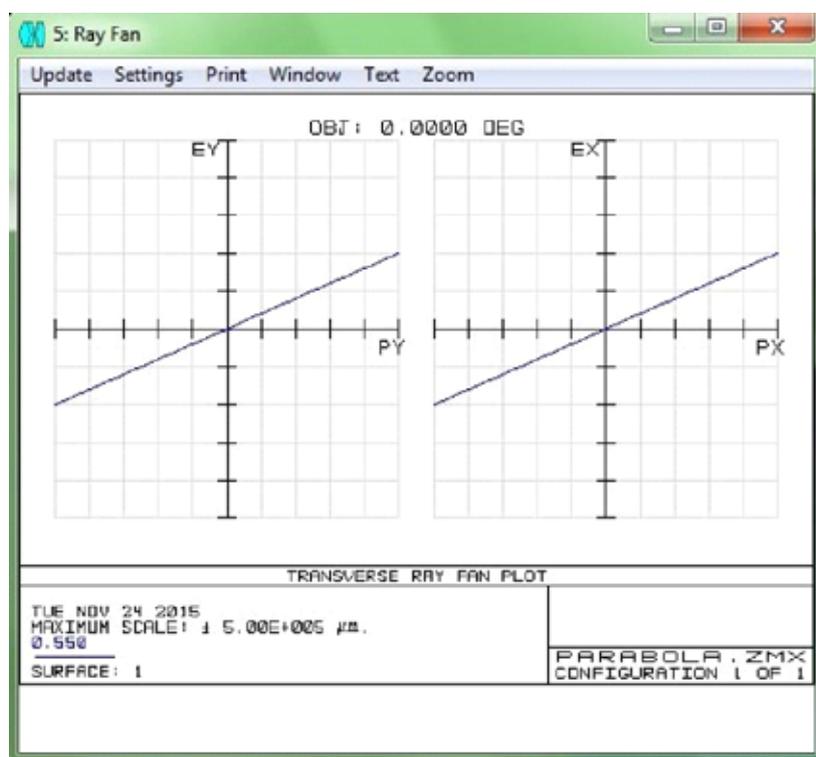


Рис. 5. Аберрации параболического зеркала

Из схемы видно, что падающие на зеркало лучи собираются в центре параболического зеркала. Рассмотрим 3D схему установки на рис. 4.

Посмотрим аберрации лучей на поверхностях. Аберрации – это отклонения хода реальных лучей от идеальных. Аберрации представлены на рис. 5.

Анализ показывает хорошее совпадение с оригиналом.

Список литературы

1. Сажин В.И. Компьютерное моделирование направленных свойств антенн: учеб. пособие / В.И. Сажин, С.В. Унучков. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. – 86 с.
2. Глушенко А.Г., Жуков С.В. Конспект лекций по учебной дисциплине «Оптическая физика». – Самара: Изд-во ПГУТИ, 2013. – 324 с.

КОСМИЧЕСКИЙ ЛИФТ БУДУТ ДЕЛАТЬ 3D ПРИНТЕРЫ

Глушенко А.А., Глушенко В.А., Глушенко Е.П.
 Поволжский государственный университет
 телекоммуникаций и информатики, Самара;
 МБОУ «Лицей технический», Самара,
 e-mail: gag109646@yandex.ru

Проблема подъема на большие высоты является актуальной в повседневной практике (большое число людей ежедневно пользуется лифтом для подъема в доме или на работе на 5–24 этаж, а иногда даже на 154 этаж – в ОАЭ высота башни Бурдж Халиф до-

стигает 828 метров). Как высоко можно подняться на лифте и можно ли реально создать лифт, переносщий нас за пределы стратосферы – в космос? Освоение космоса является важнейшей задачей ближайшего будущего, но не может быть решено существующими техническими методами (из-за высокой стоимости, сложности и опасности проектов освоения космоса с помощью ракетных носителей). Освоение космоса с помощью альтернативных методов является очень актуальной задачей, решение которой стало возможным только в самое последнее время благодаря открытию физических свойств наноматериалов [1].

Исследователи из NASA и компания Liftport Inc. предложили упростить вывод крупных объектов на орбиту, используя систему «космический лифт». Эта идея была описана еще основателем космонавтики – К.Э. Циолковским, считалась нереально фантастичной из-за невообразимой величины и веса необходимого для такого лифта троса [2]. Но все изменилось практически в последнее десятилетие, когда достаточно неожиданно были открыты и изучены свойства нового материала – графена, на основе которого можно создать прочный, тонкий и легкий трос для лифта, в том числе космического. Принцип работы космического лифта и некоторые проблемы его создания изучались мною в нескольких работах, представленных в [3-7]. Практическая реализация этого проекта связана с необходимостью решения целого ряда очень сложных проблем (создание нового типа двигателей, уборки космического мусора, подвод энергии [3-6]). Наиболее важной задачей является создание троса с необходимыми характеристиками: выбор материала и способа производства троса для космического лифта, оценка затрат на материалы и производство.

Технология графенового троса

Схема космического лифта проста: взять трос, прикрепить один его конец к Земле, к другому привязать груз и выбросить его на высоту до 100 тысяч километров [8]. Трос не упадет обратно, а повиснет, лента троса будет находиться в натянутом состоянии. Космическая капсула, содержащая полезный груз, будет передвигаться вдоль ленты. Конечный пункт прибытия (36 000 км от поверхности Земли) – космический модуль на геостационарной орбите.

В предыдущих работах [3-6] мы рассматривали обсуждаемую в литературе возможность создания космического лифта на основе графенового троса [1-2], который обладает необходимой прочностью и его вес по сравнению со стальным тросом не является препятствием для создания лифта. Вместе с тем, из-за большой длины такого троса (~100000 км) существуют большие технические и технологические проблемы. Как сделать достаточно длинные участки троса, доставить их в космос и надежно соединить эти участки для создания троса такой длины? Углерод, лежащий в основе графена, является горючим элементом. Поэтому возникают даже еще пока не обсуждаемые в литературе проблемы безопасности объекта (хотя бы в области атмосферы). Кроме того, еще практически нет технологии промышленного производства нанозлементов из углерода. Часть этих проблем решается при использовании нового наноматериала – силицена [9]. Силицен – двумерное аллотропное соединение кремния, подобное графену. «Силицен – это кремниевый брат – близнец графена», – разъясняет Юкико Ямада – Такамура, профессор Японского института науки и технологии в Исикаве, мировой лидер в изучении силицена. Графен – это слой толщиной с атом углерода, а силицен – такой же слой из атомов кремния. Многие свойства силицена схожи с графеновыми. Но у него есть неоспоримое преимущество

перед своим собратом – полная совместимость с уже существующей сегодня технологией электроники, в основе которой находится кремний. А значит, исследования займут меньше времени и производство силициновых устройств обойдется дешевле. При этом плюсы всё те же, что и у графена по прочности и электрическим свойствам. Так что в конкуренции этих наноматериалов будущего станет, скорее всего, силицен, а не графен. Силицен превосходит графен и по структурной гибкости.

Предложение 1. Заменить графен на силицен – аналогичный материал на основе кремния и разработку вести на его основе. Возможность получения материала аналогичного графену была показана в [9]. Силицен – кремниевый аналог графена. Еще возможные нано аналоги графена: фосфорен (фосфор), германен (германий), станен (олово) пока менее изучены, менее доступны и значительно более дорогие. Еще около 92 элементов рассматриваются как потенциальная замена графена.

Общей проблемой всех обсуждаемых материалов является их нестабильность в атмосфере. На воздухе они начинают активно окисляться и быстро разрушаются. Специальные уловки, которыми удалось стабилизировать силицен в 2012 году, все равно пока не позволяют использовать этот материал в реальных устройствах. Фосфорен должен быть более стабильным, чем его конкуренты, но его производство сложнее: для получения чёрной модификации фосфор высокой чистоты требуется помещать под огромные давления. Процесс формирования слоёв также пока не оптимизирован.

Что такое 3D принтеры: технологии трёхмерной печати

С начала нового тысячелетия понятие «3D» прочно вошло в повседневную жизнь. В 1984 году компания Charles Hull разработала технологию трёхмерной печати для воспроизведения объектов с использованием цифровых данных и создала первый промышленный 3D принтер. Впоследствии эстафету приняла компания 3D Systems, разработавшая в 1988 году модель принтера для 3D печати в домашних условиях SLA-250. В 1991 году компания Helisys разрабатывает и выпускает на рынок технологию для производства многослойных объектов. Многие сторонники трёхмерной печати задаются вопросом, как собрать 3D принтер своими руками? Если устройство может воспроизводить детали любых форм и размеров, почему бы не попробовать напечатать точно такой же принтер? Впервые о самовоспроизводящихся механизмах заговорили в 2004 году. Проект получил название 3D принтер REPRAP. Аппараты данного типа могут воспроизводить точные копии своих комплектующих. Итак, что же представляет из себя печать на 3D принтере? Сам процесс печати – это ряд повторяющихся циклов, связанных с созданием трёхмерных моделей, нанесением на рабочий стол (элеватор) принтера слоя расходных материалов. Циклы непрерывно следуют один за другим: на первый слой материала наносится следующий, элеватор опускается и так до тех пор, пока на рабочем столе не окажется готовое изделие. Трёхмерный, или 3D принтер, в отличие от обычного, даёт возможность создавать трёхмерные физические объекты. Существуют различные технологии трёхмерной печати. Разница между ними заключается в способе наложения слоёв изделия. Наиболее подходящей является технология FDM. 3D принтеры, действующие по технологии FDM, создают детали слой за слоем, разогревая материал до полужидкого состояния и выдавливая его в соответствии созданными на компьютере путями. Нити материалов подаются

из отсеков 3D принтера в печатающую головку, которая передвигается зависимости от изменения координат X и Y, и наплавляет материал, создавая текущий слой, пока основание не переместится вниз и не начнется следующий слой.

Применение 3D печати в проекте космического лифта

Созданная на основе графена графеновая или силицированная пленка сворачивается в нанотрубку и представляет собой одну длинную молекулу в виде цилиндра. Прочность нити, которая изготовлена из такой молекулы, определяется уже не межмолекулярным, а куда более сильным, межатомным взаимодействием. Конфигурация трубки, как нами было показано на макромодели [3], существенно повышает прочность троса на их основе.

Расчеты показывают, что нитка миллиметрового диаметра, состоящая из нанотрубок графена, должна выдерживать груз в 60 тонн [1-2]. Трос в форме ленты толщиной, равной толщине листа бумаги для требуемой прочности даже в самом широком месте не будет превосходить нескольких десятков сантиметров. Поэтому именно из графеновых или силицированных нанотрубок будет сделан ленточный трос космического лифта. Использование технологии 3D печати в космосе для изготовления космического троса из пленки графена является самым рациональным. Так как модель троса – это структура толщиной в несколько атомов, то процесс его создания довольно кропотливый труд (учитывая длину троса в 100 тысяч километров). 3D принтеры похоже единственная реальная возможность выполнить эту задачу уже в современных условиях.

Предложение 2. Для создания графеновых или силицированных трубок, из которых будет создаваться космический трос, использовать появившуюся в последние годы технологию 3D печати [10-12], что позволяет эффективно решить проблему изготовления троса практически любой длины в космическом масштабе. Эта технология позволяет на поверхность нанотрубок дополнительно наносить напыление материала, защищающие основной материал троса от окисления. Следует отметить, что защитное покрытие понадобится только для той части троса, которая находится в атмосфере (до 100 км, около 0,1% всей длины троса). 3D принтер должен быть самовоспроизводящимся, для создания непрерывного процесса печати космического троса основного и для надежности системы запасных, дублирующих, при угрозе обрыва или повреждения космическим мусором основного троса.

Наше решение проблемы заключается в том, что трос должен изготавливаться в космосе на космической станции и постепенно вытягиваться в сторону Земли в непрерывном процессе вплоть до достижения поверхности Земли. Исчезает проблема соединения отдельных участков троса – он выполняется цельным полотном, без стыков и швов. На орбиту выводятся только материалы, из которых изготавливается графеновый или силицированный трос и сам 3D принтер для печати троса, который по мере изготовления протягивается от принтера к Земле. Оценим вес необходимых материалов. Вес 1 километра ленты толщиной в несколько атомов (10^{-9} метров) и шириной 10 сантиметров (этого достаточно для прочности троса) равен примерно 1 грамм. Следовательно, вес троса из графена в 100 тысяч километров будет порядка 100 килограмм. А значит и вес необходимого материала углерода ~ 100 кг, кремния ~ 250 кг не является проблемой для доставки на космический модуль, на котором будет «печататься» трос.

Расчет технических параметров троса

Космический лифт будет экономически оправдан, если можно будет производить в промышленных масштабах за разумную цену трос плотностью, сравнимой с плотностью графена, и прочностью около 65–120 гигапаскалей (ГПа) [1, 2, 8].

Для сравнения, прочность даже у прочнейших видов стали – не более 5 ГПа, причём сталь слишком тяжела для решения этой задачи. У гораздо более лёгкого известного в настоящее время материала – кевлара прочность в пределах 2,6–4,1 ГПа, а у кварцевого волокна – до 20 ГПа и выше. Теоретическая прочность алмазных волокон может быть немногим выше. Таким образом, доступные в настоящее время материалы не пригодны.

Проведем для сравнения расчет параметров троса из стали и троса из графена, применяя для последней технологию 3D печати и также их примерную стоимость для реализации модели космического лифта:

1) Для среднего значения диаметра троса из графена 5 см и длиной 10000 км, масса троса ~ 100 кг;

2) Для среднего значения диаметра троса из стали порядка 100 километров и длиной 100000 км, масса троса достигает порядка 3 Зкг (зеттакиллограмм – 10^{21} кг). Этот вес приближается к весу Земли (около $6 \cdot 10^{24}$ кг).

Стоимость материала (стали):

Цена = $38,5 \text{ руб./т} \cdot 10^{18} \text{ т} = 38,5 \cdot 10^{18} \text{ руб.} \sim 40$ тысяч триллионов рублей. Эта сумма только по стоимости материала недоступна на сегодняшний день для всех стран. Кроме того, недоступно также требуемое количество материала (в мире за год производится $\sim 10^9$ т железа).

Стоимость углерода (сырья графена):
Цена = $69 \text{ руб./кг} \cdot 100 \text{ кг} \sim 7000 \text{ руб.}$

Плюс стоимость печати на 3D принтере по известным нормам:

Цена = $20 \text{ руб./г} \cdot 100000 \sim 200000 \text{ руб.}$ Т.е. несопоставимо дешевле, чем затраты на металлический трос. Стоимость производства силицированного троса имеет тот же порядок.

Наконец время изготовления троса. При скорости производства троса 1 м/с понадобится время $100000000 \text{ м} : 1 \text{ м/с} = 10^8 \text{ с} \sim 1157 \text{ сут.} \sim 3 \text{ г} 2 \text{ мес.}$ При непрерывной скорости производства 3D принтером ленты троса до 10 м/с время изготовления и протяжки троса до поверхности Земли около 4 месяцев.

Основная стоимость затрат – это разработка технологии печати на принтере и изготовление специальных принтеров, печатающих наноленту. Стоимость уже обычных 3D принтеров в настоящее время составляет от нескольких десятков до нескольких сотен тысяч рублей и становится доступной даже для домашнего использования 3D принтеров.

Таким образом, изготовление космического троса из графена или силицированного стало доступно уже сейчас, и решение этой задачи зависит только от скорости разработки 3D принтеров, способных печатать наноленты длиной в сотни тысяч километров. Специалисты считают, что на разработку таких принтеров может понадобиться несколько лет.

Заключение

В результате проведенного в работе анализа показано:

– применение графена, силицированного или их аналогов позволяет решить технические задачи, которые считались еще недавно нереальными. 3D принтеры позволяют создать недорогую технологию решения этих задач. Создание нового поколения тросов, в том числе космических, становится не фантастикой, а доступным проектом;

– массовое применение новые тросы получат в строительстве для подъема грузов, приведут к замене тяжелых и опасных подъемных механизмов в лифтах, особенно в высотных зданиях;

– время внедрения графеновых или силициновых тросов зависит только от скорости разработки технологии 3D печати нанотросов космической длины, разработки двигателей для перемещения лифта, создания систем энергоснабжения лифтов и космических модулей базовых станций.

Список литературы

1. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/182571>.
2. http://ru.science.wikia.com/wiki/Космический_лифт.
3. Глушенко А.А. Космический лифт: вместо железа – графен // Сборник тезисов работ участников XI всероссийского детского конкурса научно-исследовательских. – М.: НС «Интеграция», Государственная дума ФС РФ, Минобрнауки России, РОСКОСМОС, РАЕН, РАО, 2013. – С. 597–598.
4. Глушенко А.А., Глушенко В.А. Космический мусор // Сборник тезисов работ участников XIV всероссийского детского конкурса научно-исследовательских и творческих работ. – М.: НС «Интеграция», Государственная дума ФС РФ, Минобрнауки России, Минтранс России, Минсельхоз России, РОСКОСМОС, РАЕН, РИА, РАО, 2014. – С. 353-355.
5. Глушенко А.А. Космический мусор: что делать? // XI научно-практическая конференция учащихся «Первые шаги в науку»: Материалы конференции. – Самара, 2014. – С.9-10.
6. Глушенко А.А. Источники энергии для космического лифта // XII научно-практическая конференция учащихся «Первые шаги в науку». Материалы конференции. – Самара, 2015. – С.67-68.
7. Глушенко А.А. Источники энергии для космического лифта // Сборник тезисов работ участников XV всероссийского детского конкурса научно-исследовательских и творческих работ. – М.: НС «Интеграция», Государственная дума ФС РФ, Минобрнауки России, Минтранс России, Минсельхоз России, РОСКОСМОС, РАЕН, РИА, РАО, 2014. – С. 659-660.
8. Белецкий В., Левин Е. Тысяча и один вариант космического лифта // Техника молодежи. – 1990. – № 10. – С.2-6.
9. Пол Дэвис Чужие среди своих // В мире науки. – 2008. – №3. – <http://elementy.ru/lib/430578>.
10. www.modelin3d.ru.
11. 3D INDUSTRY. Все о 3D печати [Электронный ресурс]. – <http://www.3dindustry.ru/article/676/>.
12. Слюсар В.И. Фабрика в каждый дом // Вокруг света. – № 1. – 2008. – С. 96-102.

ЗЕРКАЛО С ПЕРЕМЕННЫМ ФОКУСНЫМ РАССТОЯНИЕМ

Кириллова И.А.

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, e-mail: gag109646@yandex.ru

Зеркало с переменным фокусным расстоянием может быть использовано для фокусировки сложных

излучений и обеспечения высокого качества фокусировки. Сущность конструкции: в зеркале с переменным фокусным расстоянием отражающий элемент выполнен в виде металлизированной пластины монокристаллического кремния или сапфира с нежесткой заделкой по контуру.

Цель исследования – повышение качества фокусировки.

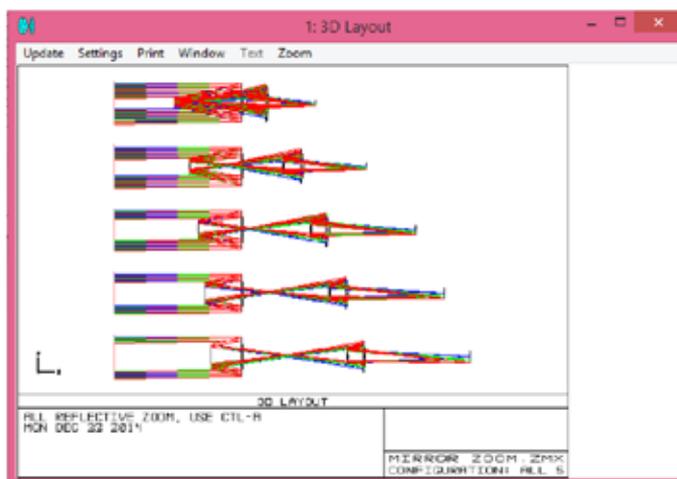
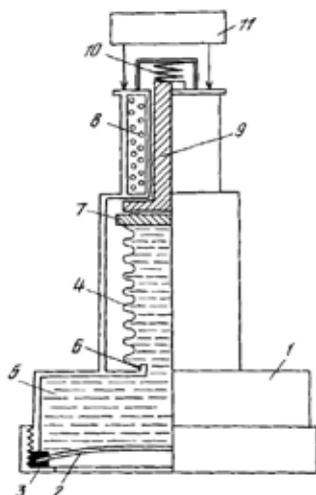
На чертеже представлено предлагаемое зеркало. Зеркало состоит из корпуса 1, в котором закреплен по периметру отражающий элемент 2. Крепление его осуществлено мягкой заделкой через прокладку 3.

Отражающий элемент 2 выполнен в виде металлизированной пластины из монокристаллического кремния или сапфира. Эксплуатационная стойкость зеркала достигается тем, что пластина имеет высший коэффициент отражения излучения, и возможно удаление пыли и копоти без нарушения геометрии поверхности (за счет высокой твердости).

В корпусе установлен сильфон 4, имеющий с ним общий объем, заполненный охлаждающей жидкостью 5 (любая жидкость с хорошей теплопроводностью, например глицерин), сильфон 4 нижним торцом прикреплен к выступу 6 внутри корпуса, а на его верхнем свободном торце укреплена пластина 7 из ферромагнитного материала с возможностью взаимодействия с электромагнитом 8, стержень 9 которого из ферромагнитного материала подпружинен пружиной 10. Управление зеркалом осуществляется программным устройством 11. Программное устройство 11 формирует напряжение, управляющее электромагнитом в соответствии с геометрией поверхности, и состоит из системы электронных преобразователей напряжения.

Зеркало работает следующим образом. В исходном состоянии отражающий элемент 2 не обладает кривизной поверхности и является плоским зеркалом. Когда программное устройство выдает напряжение на обмотку электромагнита 8, пластина 7 притягивается к нему и сильфон 4 расширяется, что приводит в конечном итоге к деформации отражающего элемента 2 и формированию отражающей поверхности заданной кривизны (а значит, и фокусного расстояния).

При изменении фокусного расстояния от 0,4-0,8 м прогиб в центре составит 1-0,5 мм, если радиус пластины ≈40 мм.



Качество фокусировки излучения на поверхности сложной геометрии достигается за счет изменения геометрии отражающей поверхности зеркала и облучения на изделии лазерной дорожки, равномерной по ширине.

Достигнута эксплуатационная стойкость ≈ 12000 ч без замены отражающей пластины при трехразовом удалении нагара и пыли с отражающей поверхности (при норме ≈ 5000 ч, с металлическими зеркалами).

Ширина лазерной дорожки при обработке поверхности с перепадом порядка ≈ 5 см меняется не более чем на 7–8%. При изменении условий фокусировки перемещением зеркала – 10–15%. Все это расширяет возможность использования зеркала и повышает качество фокусировки.

Практическая часть

Запускаем программу. Наша система состоит из 8 поверхностей. Для добавления таблицы Multi-Configuration Editor из главного меню выбираем Editors Multiconfiguration. Параметры каждой поверхности заносятся в таблицу редактора данных линз (LDE) и редактор мультиконфигураций (Multi-Configuration Editor). Диаметр входного зрачка установим равным 15.

Программа исследования показывает её эффективность для различных конфигураций.

Список литературы

1. Натаровский С.Н. Методы проектирования современных оптических систем: Учебное пособие. – СПб.: СПбГУИТМО, 2009. – 176 с.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОЛИНЗОВОГО ОБЪЕКТИВА НА ГЕОСТАЦИОНАРНОЙ ОРБИТЕ

Кириллова И.А.

*Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики, Самара,
e-mail: gag109646@yandex.ru*

Вопросы контроля состояния объектов из космоса являются актуальными задачами современной техники [1]. Важнейшей частью как приемной, так и передающей оптической системы любого ОЭП является объектив [2]. В передающей системе объектив окончательно формирует пучок лучей, направляемый на исследуемый объект или в приемную оптическую систему (рисунок). В приемной системе объектив служит в первую очередь для сбора энергии излучения и образования изображения исследуемого или наблюдаемого объекта для построения оптической схемы нам нужно определить требуемое угловое поле системы и фокусное расстояние.

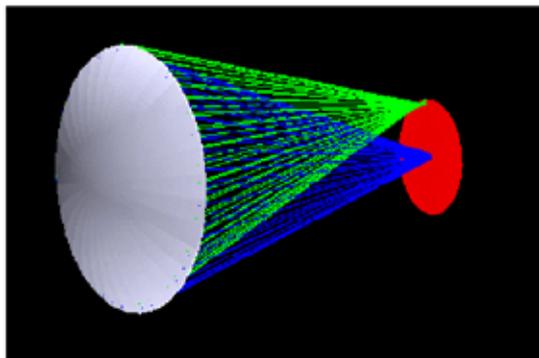
Нам известно расстояние от поверхности земли до входного зрачка нашей системы и средний диаметр земли [1,2]. Из этих данных можно рассчитать угловое поле системы. Мы знаем, что минимальная толщина оптического компонента по оси должна составлять минимум 10% от величины диаметра. Если рассчитывать оптический компонент с небольшим отрицательным фокусом (скорее всего это двояковогнутая линза), то толщины по оси в 10% от диаметра вполне хватит. В нашем случае мы имеем собирающую линзу формирующую действительное изображение (в рассеивающей линзе изображение мнимое) с положительным фокусом.

Соответственно, необходимо выбрать толщину линзы с учетом стрелок прогиба поверхностей, которые будут увеличивать толщину компонента по оси. Для первого приближения возьмем 20% от диаметра.

В качестве марки стекла выберем представление данных в виде модели, в которой необходимо задать

коэффициент преломления для выбранной длины волны для нашего стекла. Так как марка выбранного стекла КУ-1 у нас из отечественного госта, то данные необходимо искать именно в нем (в нашем случае гост 15130-86 «стекло кварцевое оптическое»).

Во-первых, указываем параметры, которые у нас смогут изменяться во время оптимизация, во-вторых, необходимо сформировать оценочную функцию текущей системы.



Формирование пучка

Анализ показывает хорошее совпадение модели с оригиналом.

Список литературы

1. Натаровский С.Н. Методы проектирования современных оптических систем: Учебное пособие. – СПб.: СПбГУИТМО, 2009. – 176 с.
2. Гауэр Дж. Оптические системы связи: Пер с англ. – М.: Радио и связь, 1989. – 504 с.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ГЛАЗА

Комарова Е.О.

*Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики, Самара,
e-mail: gag109646@yandex.ru*

Глаз человека представляет собой сложную оптическую систему, которая по своему действию аналогична оптической системе фотоаппарата [1,2].

Глаз имеет почти шарообразную форму и диаметр около 2,5 см. Снаружи он покрыт защитной оболочкой белого цвета – склерой. Передняя прозрачная часть склеры называется роговицей. На некотором расстоянии от нее расположена радужная оболочка, окрашенная пигментом. Отверстие в радужной оболочке представляет собой зрачок. В зависимости от интенсивности падающего света зрачок рефлекторно изменяет свой диаметр приблизительно от 2 до 8 мм, т.е. действует подобно диафрагме фотоаппарата. Между роговицей и радужной оболочкой находится прозрачная жидкость. За зрачком находится хрусталик – эластичное линзоподобное тело. Особая мышца может изменять в некоторых пределах форму хрусталика, изменяя тем самым его оптическую силу. Остальная часть глаза заполнена стекловидным телом. Задняя часть глаза – глазное дно, оно покрыто сетчатой оболочкой, представляющей собой сложное разветвление зрительного нерва с нервными окончаниями – палочками и колбочками, которые являются светочувствительными элементами.

Нами исследовалась компьютерная модель человеческого глаза, которая представлена на рис. 1. Оптические параметры меняются так же, как и в реальном объекте.

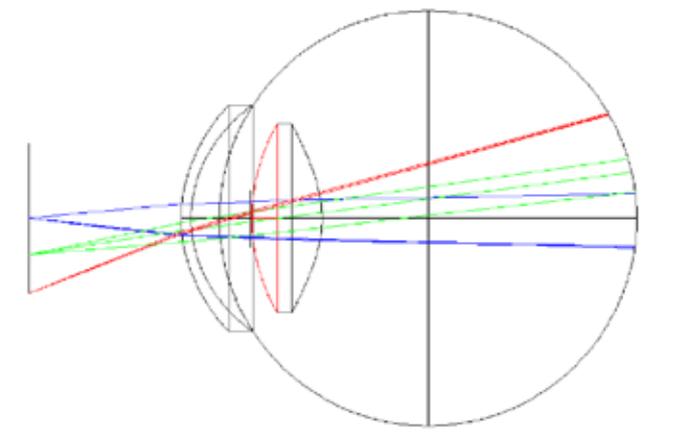


Рис. 1. Модель человеческого глаза



Рис. 2. Изображение на сетчатке

В данной модели оптические параметры меняются так же, как и в реальном объекте.

Полученное компьютерным моделированием изображение на сетчатке представлено на рис. 2.

Анализ полученных изображений показывает на хорошее совпадение результатов моделирования и данных реального объекта.

Список литературы

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. Изд. 2-е. – М.: «Наука», 1973. – 720 с.
2. Шехонин А.А., Домненко В.М., Гаврилина О.А. Методология проектирования оптических приборов: учеб. пособие. – СПб: Изд-во СПбГУ. ИТМО, 2006. – 91 с.

**СИСТЕМА ВХОЖДЕНИЯ В СВЯЗЬ
КВ-МОДЕМА**

Королькова Е.Ю., Сорокин Р.В.

*Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики, Самара,
e-mail: roman.sorokin.93@mail.ru*

К коротким волнам относятся радиоволны длиной от 100 до 10 м (частоты 3–30 МГц). Преимуществом работы на коротких волнах по сравнению с работой на более длинных волнах является то, что в этом диапазоне можно легко создать направленные антенны. Короткие волны могут распространяться как по поверхности земли, так и в ионосфере.

В ионосфере короткие волны могут распространяться на многие тысячи километров, причем для это-

го не требуется передатчиков большой мощности. Поэтому в настоящее время короткие волны используются главным образом для связи и вещания на большие расстояния.

В основном КВ-диапазон частот применяется для:

- связи между удаленными точками на больших расстояниях вплоть до трансконтинентальной связи;
- связи с транспортными средствами на больших расстояниях;
- связи с переносными радиостанциями на больших расстояниях;
- низкоскоростной передачи данных (файлы, электронная почта, факс);
- для обмена телеметрическими данными с труднодоступными удаленными объектами (метеостанции, шлюзы, насосные станции и т.п.).

Многолучевое распространение присутствует в большинстве радиолиний и может вносить погрешности, искажающие определение параметров радиосигнала. Возникновение отраженных, задержанных по времени прихода, сигналов приводит к искажению формы корреляционного пика сигнала и, как следствие, к смещению в оценке истинной задержки. Явление многолучевого распространения может вызвать флуктуации амплитуды, фазы и угла прибытия, что приводит к эффекту замирания. Чтобы избежать негативных факторов замираний, используем алгоритм детектирования сигнала с известной информацией

ной составляющей на выходе канала со случайными параметрами в неизвестный момент времени.

Использование критерия Неймана-Пирсона упрощает поставленную задачу, т.е. вероятность ложной тревоги должна быть постоянной. Следовательно, вероятность пропуска сигнала будет иметь минимальное значение.

$$P_{\text{лт}}(P_r) = \text{const}$$

$$P_{\text{пр}}(P_r) \rightarrow \text{min.}$$

Рассмотрим алгоритм обнаружения сигнала. Для принятия полезного сигнала в структуре сигнала используется простейшая преамбула (рис. 1).

Передаваемый сигнал состоит из преамбулы, предназначенной для вхождения в связь, и рабочей последовательности, которая включает в себя информационную и тестовую часть сигнала. Для построения оптимального детектора на приемной стороне необходимо генерировать опорный сигнал. Так как параметры канала неизвестны, это сделать невозможно. Таким образом, преамбула должна включать

в себя как детектируемый, так и опорный сигнал. Простейшая структура преамбулы состоит из двух сигнальных элементов разнесенных на интервал времени больше или равной интервала рассеивания в канале связи (рис. 2).

Полезный сигнал, попадая на квадратурный расщепитель, разделяется на две квадратурные компоненты $z_x(t)$ и $z_y(t)$, которые позволяют обрабатывать ВЧ сигнал в НЧ диапазоне (рис. 3).

Схема детектора преамбулы (рис. 4) содержит в себе квадратурный расщепитель, два перемножителя, два элемента задержки. На перемножители поступают отсчеты квадратурных составляющих сдвинутых на $T_{\text{задержки}}$. Результаты произведений записываются на линию задержки, число отводов которой определяется интервалом анализа. На каждом шаге накапливающие сумматоры (НС) добавляют результаты поступающие с линии задержки. Сигналы с НС складываются, и из результата вычитается пороговое значение. Детектор преамбулы (ДП) сигнализирует о наличии или отсутствии преамбулы.



Рис. 1. Структура сигнала

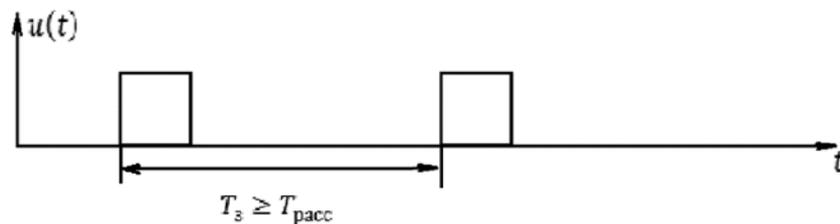


Рис. 2. Простейшая структура преамбулы

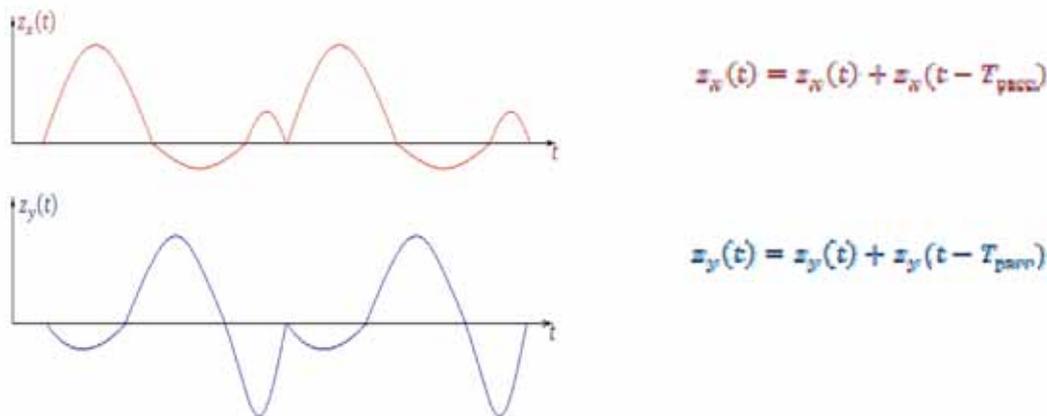


Рис. 3

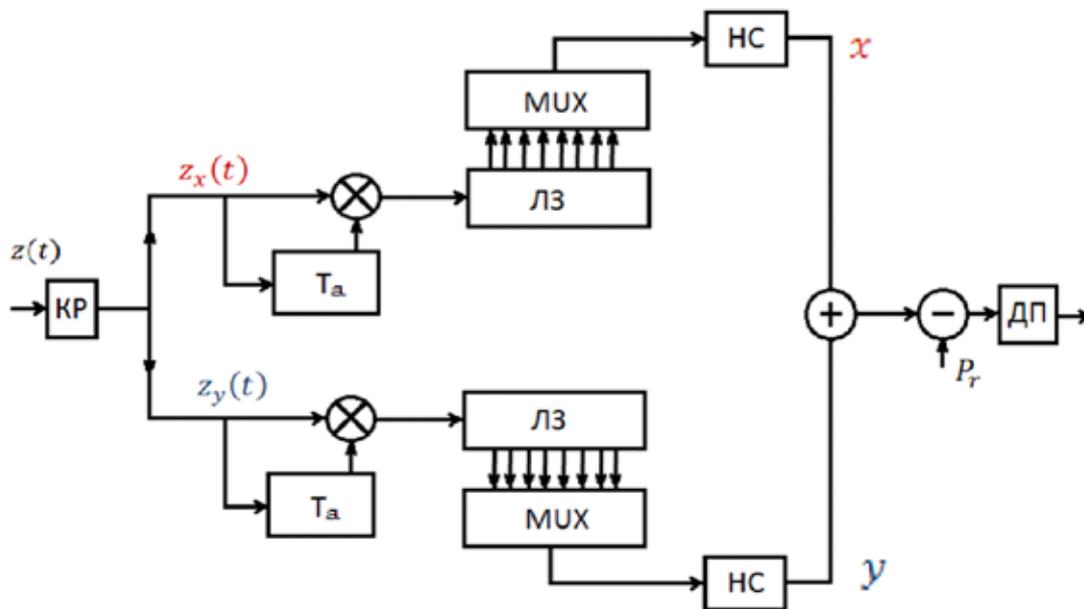


Рис. 3. Схема детектора преамбулы

В заключение было проведено моделирование системе в математическом пакете MatLab, которое подтвердило хорошую работоспособность в каналах с замираниями и сложными помехами в неизвестный момент времени.

ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ В НАГРУЗКУ

Костяев П.С., Глушенко Е.П.

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, e-mail: ssapak899@rambler.ru

При передаче энергии от источника в нагрузку обычно необходим выбор оптимального режима, который зависит от соотношения параметров схемы. Анализ работы простейшей схемы подключения нагрузки к источнику показывает, что наибольшая мощность в нагрузке может быть достигнута при равенстве сопротивления нагрузки и источника. Однако при этом мы имеем очень низкий коэффициент полезного действия (не превышает 50%).

Рассмотрим возможность изменения работы схемы путем введения дополнительных элементов с целью увеличить эффективность передачи энергии при высоком коэффициенте полезного действия. Пусть какой-либо источник с электродвижущей силой (ЭДС) ϵ и внутренним сопротивлением r замкнут на внешнюю цепь с сопротивлением R (рис. 1) (в обычной схеме $r_A = 0$).

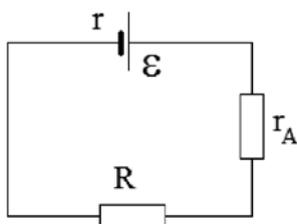


Рис. 1. Схема передачи энергии с элементом оптимизации параметров

Изменяя сопротивление внешней цепи R , меняем силу тока в цепи I и напряжение на внешнем участке цепи U . Мощность, выделяемая во внешней цепи, является полезной:

$$P = I^2 R = \frac{\epsilon^2}{(R+r)^2} R$$

Из уравнения следует, что полезная мощность, развиваемая источником, зависит от величины внешнего сопротивления. Меняя внешнее сопротивление, можно получить во внешней цепи максимальную полезную мощность P_m . Мощность, выделяемая во внешней цепи, достигает наибольшего значения, если сопротивление R внешней цепи равно внутреннему сопротивлению r источника тока [1–3].

Рассмотрим, как полезная мощность зависит от силы тока в цепи. Для управления величиной тока введем дополнительное сопротивление $r_A \neq 0$ и рассмотрим, какими параметрами оно должно обладать, чтобы изменить режим работы схемы и сделать его наиболее оптимальным. Мощность, выделяемая во внешней цепи, определяется в виде:

$$P = I^2 R = \frac{\epsilon^2}{(R+r+r_A)^2} R$$

Рассмотрим коэффициент полезного действия:

$$\eta = \frac{P_{\text{полз}}}{P_{\text{затр}}} = \frac{R}{R+r+r_A}$$

При $r_A \geq 0$ режим работы схемы практически не меняется, а уровень полезной мощности снижается за счет уменьшения силы тока, часть мощности источника теперь отдается дополнительному сопротивлению. Также снижается коэффициент полезного действия.

Однако ситуация существенно меняется при $r_A \leq 0$ (отрицательное сопротивление). При $R+r+r_A = 0$ мощность $P_m \rightarrow \infty$ и $\eta \rightarrow \infty$.

Отсюда следует, что максимум полезной мощности и максимальное значение коэффициента полезного действия совпадают при $R = -r - r_A > 0$.

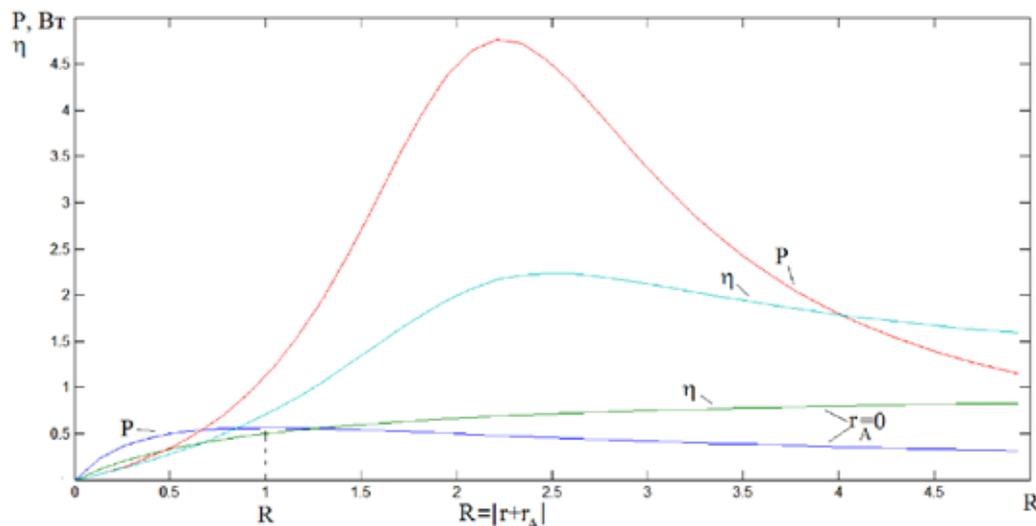


Рис. 2. Зависимость полезной мощности и коэффициента полезного действия от сопротивления нагрузки ($e=1$ В, $r=1$ Ом, $a-r_A=3$ Ом, $b-r_A=-3+i$ Ом)

Известно, что управляемым отрицательным сопротивлением в определенных условиях обладают диоды Ганна, туннельные диоды и др. Это свойство некоторых элементов электрических цепей, выражающееся в уменьшении падения напряжения U на них при увеличении протекающего тока I (или наоборот): $R = (\Delta U / \Delta I) < 0$. Элемент с отрицательным сопротивлением не потребляет электрическую энергию, а отдаёт её в цепь, т.е. является активным элементом. Это происходит за счёт входящего в его состав какого-либо источника, пополняющего запас энергии цепи. Особенностью отрицательного сопротивления является то, что отрицательное сопротивление может быть реализовано лишь в некоторой области значений токов и напряжений и является комплексной величиной. Если абсолютная величина отрицательного сопротивления элемента меньше суммы положительных сопротивлений остальных элементов цепи, то его роль сводится к частичной компенсации потерь в цепи. Если же отрицательное сопротивление превышает эту сумму, то состояние цепи не устойчиво и возможен переход в другое состояние устойчивого равновесия или возникновение колебаний. На рис. 2 показана зависимость полезной мощности и коэффициента полезного действия от сопротивления нагрузки.

Таким образом, введение дополнительного элемента позволило обеспечить одновременный максимум полезной мощности и коэффициента полезного действия. Это модель показывает возможность управления параметрами схемы включением управляющего элемента последовательно. Дополнительные возможности даёт параллельное включение элемента, которое требует отдельного рассмотрения. На высоких частотах, включая оптический диапазон, отрицательные сопротивления позволяют обеспечить передачу энергии через непрозрачные в обычных условиях участки линий передачи [4,5].

Список литературы

1. Атабеков Г.И. ТОЭ линейные электрические цепи. – СПб.: Лань, 2009. – 592 с.
2. Лурье М.С., Лурье О.М. Применение программы MATLAB при изучении курса электротехники. 2006. – 208 с.
3. Шебес М.Р. Теория линейных электрических цепей в упражнениях и задачах. – М.: Высшая школа, 1978. – 656 с.
4. Глушенко А.Г., Глушенко Е.П. О возможности просветления сред в запердельных областях частот // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математ. науки. – 2009. – №4(12). – С.118-129.
5. Glushchenko A., Zakharchenko E. Propagation of electromagnetic waves in the waveguide through evanescent sections with active media Proceeding of SPIE. Optical Technologies for Telecommunications 2008. v.7374. P.73740D1 – 73740D7.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИЗМЫ СЕНАРМОНА

Мункина Ю.Ю.

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, e-mail: gag109646@yandex.ru

Поляризационные призмы – один из классов призм оптических, простейшие поляризационные приборы, предназначенные для получения линейно поляризованного оптического излучения или для определения характера и степени его поляризации. В соответствии с этим поляризационные призмы в оптических приборах выполняют функции поляризаторов или анализаторов. Обычно поляризационные призмы являются двупреломляющими поляризаторами, т.е. поляризованный свет получается с использованием двойного лучепреломления.

Поляризационные призмы состоят из двух или более трёхгранных призм, на границе раздела между которыми резко различаются условия прохождения для компонент светового луча, поляризованных в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Такая ситуация реализуется, например, при прохождении света через наклонную границу раздела двух сред, одна из которых сильно анизотропна.

Призма Сенармона – двулучевая поляризационная призма. Первая призма состоит их комбинации стеклянной призмы с кристаллической из исландского шпата, оптическая ось которой параллельна преломляющему ребру. Призмы соприкасаются или склеиваются. Показатель преломления стекла ($n=1,49$) почти точно совпадает с необыкновенным показателем преломления исландского шпата. Падающий пучок неполяризованного света в кристаллической призме разделяется на обыкновенный и необыкновенный лучи. Необыкновенный луч проходит без преломления. Обыкновенный луч сильно отклоняется к основанию кристаллической призмы в результате двукратного преломления на ее гранях.

Нами проведено компьютерное моделирование призмы Сенармона с указанными выше параметрами материалов. Оптическая схема приведена ниже.

На рис. 2 приведена полученная поляризационная картина.

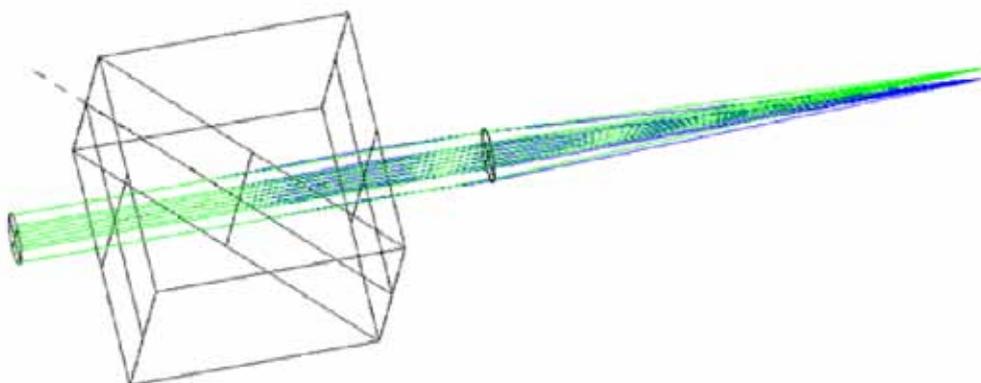


Рис. 1. Ход лучей

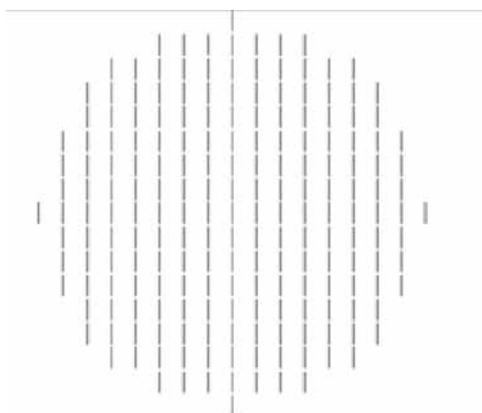


Рис. 2. Структура поляризационной картины

Анализ показывает хорошее совпадение модели с оригиналом.

Список литературы

1. Натаровский С.Н. Методы проектирования современных оптических систем: Учебное пособие. – СПб.: СПбГУИТМО, 2009. – 176 с.
2. Шехонин А.А., Домненко В.М., Гаврилина О.А. Методология проектирования оптических приборов: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во СПбГУ. ИТМО, 2006. – 91 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКА ОТ ЕГО ФОРМЫ

Писарев М.А., Глушенко А.Г., Глушенко Е.П.
 Поволжский государственный университет
 телекоммуникаций и информатики, Самара,
 e-mail: nfsmr@bk.ru

При передаче энергии от источника в нагрузку обычно используются проводники цилиндрической формы или плоские интегральные схемы, сопротивление которых из-за пренебрежимо малого значения не учитывается [1-3]. Переход к схемам микро, а тем более нанодиагона конструктивно потребовал использования проводников переменного сечения [4], концы которых соответствуют этим диапазонам размеров ($10^{-3} - 10^{-6}$ м). Поэтому анализ методов оптимального подключения к микросхемам проводников

обычных размеров представляет актуальную задачу. Рассмотрим здесь сопротивление некоторых типов проводников переменного сечения.

Сопротивление резисторов и проводников цилиндрической формы рассчитывается по формуле

$$R = \frac{\rho l}{S},$$

где r – удельное сопротивление материала, из которого сделан проводник; S – площадь поперечного сечения проводника; l – длина проводника. Для описания зависимости сопротивления проводника переменного сечения от его размеров необходимо использовать более общее выражение [1,3]:

$$R = \int_{x_1}^{x_2} \rho \frac{1}{S(x)} dx.$$

Таким образом можно рассчитать сопротивление для проводников самых разных форм. Для большого числа конфигураций можно получить аналитические выражения для расчета сопротивления. В общем случае можно воспользоваться численными методами. Рассмотрим простейшие конфигурации, для которых можно получить аналитическое решение.

Конусовидный проводник (рис. 1а).

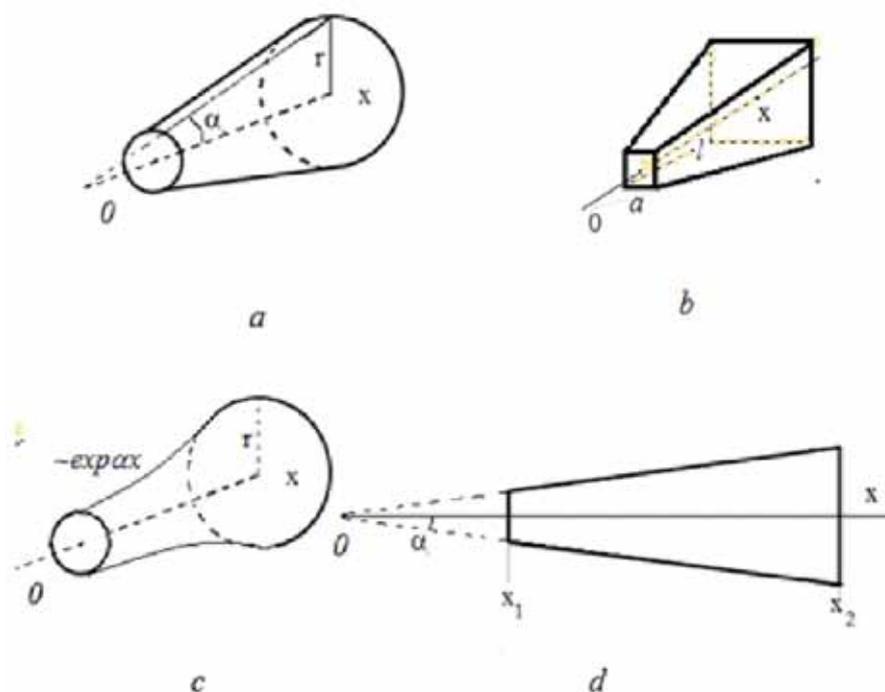


Рис. 1. Проводники переменного сечения с различной зависимостью образующей боковой поверхности: а, b, с – конфигурации сечения; d – сечение проводника а

Если учесть, что площадь поперечного сечения конуса – это площадь окружности с радиусом r , который можно выразить как $r = x \operatorname{tg} \alpha$, то формула для расчета сопротивления проводника будет выглядеть следующим образом:

$$R = \int_{x_1}^{x_2} \rho \frac{1}{\pi x^2 \operatorname{tg}^2 \alpha} dx = \frac{\rho}{\pi \operatorname{tg}^2 \alpha} \frac{x_2 - x_1}{x_1 x_2} = \frac{\rho l}{\pi r_1 (r_1 + l \operatorname{tg} \alpha)}.$$

Здесь $x_1 = r_1 c \operatorname{tg} \alpha$, $x_2 = x_1 + l$. При $x_1, r_1 \rightarrow 0$ (игла) сопротивление конусообразного проводника $R \rightarrow \infty$. Таким образом, изготовление иглообразных электрических контактов приводит к существенному росту сопротивления проводников. Например, медный цилиндрический проводник с радиусом сечения 1 мм и длиной 1 см будет иметь сопротивление 57,3 мкОм. Такой же проводник переменного сечения, с радиусом, меняющимся от 1 мм до 1 мкм (характерным для элементов микроэлектроники) будет уже иметь сопротивление 57,3 Ом! Это существенно повлияет на режим работы электронных схем.

2) Аналогичными свойствами обладает пирамидообразная форма проводника (рис.1b). Для четырехгранной усеченной пирамиды со стороны малого основания a и углом между осью и боковой гранью α

$$R = \int_{x_1}^{x_2} \rho \frac{1}{x^2 \operatorname{tg}^2 \alpha} dx = \frac{\rho}{\operatorname{tg}^2 \alpha} \frac{x_2 - x_1}{x_1 x_2} = \frac{\rho l}{a(a + 2l \operatorname{tg} \alpha)}.$$

Экспоненциально-колбообразный проводник (рис.1c) с образующей $y = A \exp \alpha x$ характеризуется сопротивлением:

$$R = \int_{x_1}^{x_2} \rho \frac{1}{A^2 \exp(2\alpha x)} dx = \frac{\rho}{2\alpha A^2} (e^{-2\alpha x_1} - e^{-2\alpha x_2}).$$

При степенной функции образующей колбообразного проводника $y = Ax^n$ сопротивление определяется соотношением:

$$R = \int_{x_1}^{x_2} \rho \frac{1}{A^2 x^{2n}} dx = \frac{\rho}{3A^2} \left(\frac{1}{x_1^3} - \frac{1}{x_2^3} \right).$$

На рис. 2 показана нормированная на удельное сопротивление зависимость сопротивления проводника единичной длины от радиуса переменного сечения проводника. Анализ показывает, что неоднородность сечения начинает существенно сказываться на сопротивлении проводника при радиусе меньшем 0.1 мм и возрастает при уменьшении радиуса до 0.01 мм на порядок.

Полученные результаты показывают существенную зависимость сопротивления проводников от формы, проявляющуюся наиболее существенно в области малых сечений. Таким образом, при малых размерах поперечного сечения необходимо учитывать форму проводника.

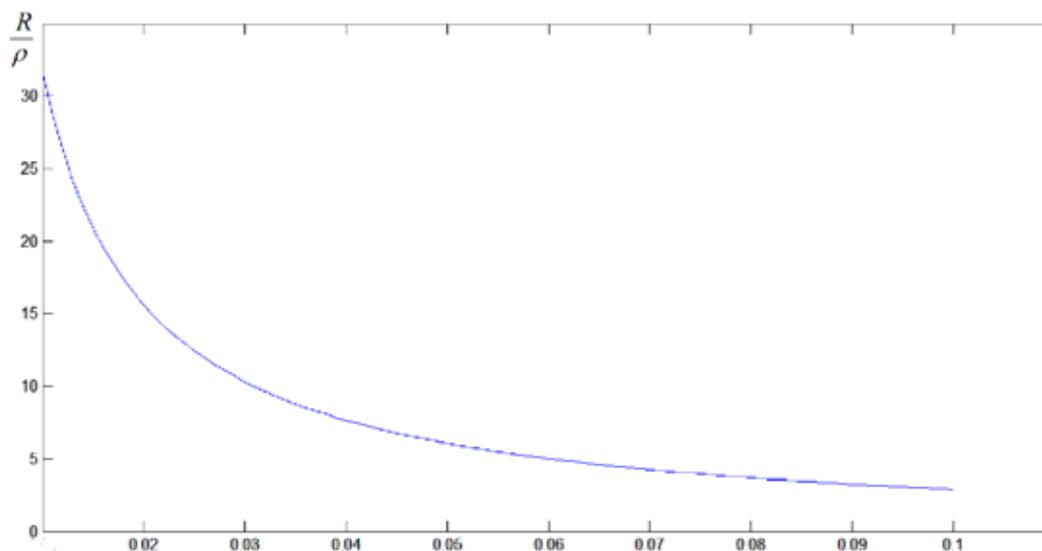


Рис. 2. Изменение сопротивления проводника в зависимости от диаметра провода при малой толщине ($l=1$)

Список литературы

1. Атабеков Г.И. Линейные электрические цепи. – СПб.: Лань, 2009. – 592 с.
2. Лурье М.С., Лурье О.М. Применение программы MATLAB при изучении курса электротехники. 2006. - 208 с.
3. Шебес М.Р. Теория линейных электрических цепей в упражнениях и задачах. – М.: Высшая школа, 1978. – 656 с.
4. Глущенко А.Г., Глущенко Е.П. Субволновые линии передачи Информационные технологии. 2009. – №3. – С.33-43.

ЭФФЕКТ СМЕЩЕНИЯ ЛУЧЕЙ В ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОННЫХ ЛИНИЯХ ЗА СЧЕТ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ

Слипуха В.А., Глущенко Е.П.

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, e-mail: Valeria.sl0252@gmail.com

В настоящее время волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) занимают лидирующие позиции в системах передачи сообщений и стремительно развиваются. Передача информации по волоконно-оптическим кабелям основана на эффекте полного внутреннего

отражения [1,2]. На границе раздела волокно – внешняя среда луч полностью отражается и распространяется по волноводу. Вместе с тем известно, что при отражении от границы раздела двух сред наблюдается эффект смещения (эффект Гуса –Хенхена (Goos-Hanchen-Effekt) [3,4]) отраженного луча вдоль границы раздела сред по отношению к падающему лучу, что приводит к дополнительным фазовым сдвигам, влияющим на характеристики оптических систем. Этот эффект можно объяснить влиянием на процесс отражения переходного слоя на границе раздела сред. Этот слой может быть связан как с изменением на границе сред характера атомной структуры вещества, так и с нанесением на поверхность оптоволокна пленок различного назначения (управление параметрами структуры, защитное покрытие и др.). Рассмотрим эффект поперечного смещения волн за счет влияния оболочки (пленки) оптического слоя. В качестве этой пленки может выступать переходной слой на границе раздела двух сред. На рис. 1 показана структура оптического кабеля и ход лучей в волокне и оболочке.

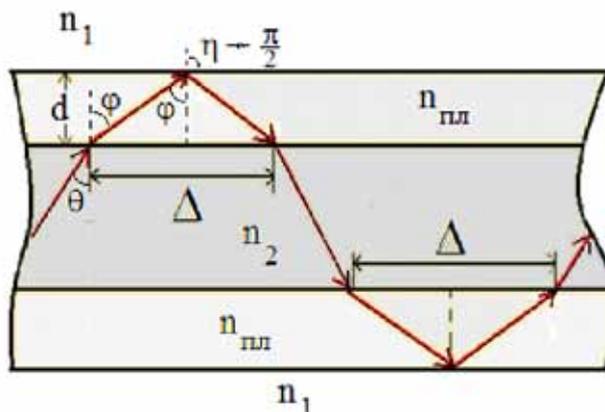


Рис. 1. Структура оптического волокна с пленкой на поверхности

При каждом отражении волн от границы раздела сред наблюдается смещение отраженного луча на расстояние Δ . Рассчитаем величину этого смещения. При прохождении первой границы раздела сред (волоконно-пленка) угол падения и преломления связаны известным соотношением:

$$\frac{\sin \theta}{\sin \varphi} = \frac{n_f}{n_2}. \quad (1)$$

На второй границе раздела сред пленка – внешняя среда (воздух) выполняется условие:

$$\frac{\sin \varphi}{\sin \eta} = \frac{n_1}{n_f}. \quad (2)$$

При

$$\eta \rightarrow \frac{\pi}{2}$$

наблюдается полное внутреннее отражение, критический угол определяется соотношением:

$$\varphi_{cr} = \arcsin \frac{n_1}{n_f}.$$

Произведение (1) и (2) приводит к известному соотношению:

$$\frac{\sin \theta}{\sin \eta} = \frac{n_1}{n_2}$$

и показывает, что при выполнении условия полного внутреннего отражения на границе раздела первой

и второй сред наличие между ними переходного слоя или пленки с любыми параметрами не влияет на условие отражения. Предельный угол полного внутреннего отражения не зависит от параметров (в частности, показателя преломления) среднего слоя (оболочки). Из рис. 1 видно, что $\text{tg } \varphi = \Delta/2d$. Отсюда смещение луча вдоль оси волновода за счет пленки на его поверхности определяется соотношением:

$$\Delta = \frac{2dn_2 \sin \theta}{\sqrt{n_{TE}^2 - n_2^2 \sin^2 \theta}}, \quad (3)$$

где угол падения лежит в диапазоне

$$\theta_{cr(n_2, n_1)} < \theta \leq \theta_{cr(n_2, n_f)}.$$

Здесь $\theta_{cr(n_2, n_1)}$, $\theta_{cr(n_2, n_f)}$ – углы полного внутреннего отражения на границах разделов: первая – вторая среды ($\theta_{cr(n_2, n_1)}$) и вторая среда – пленка ($\theta_{cr(n_2, n_f)}$). Зависимость параметра смещения нормированного на толщину пленки (3) от угла падения показана на рис. 2.

Из рис. 2 следует, что величина смещения луча при отражении уменьшается при увеличении показателя преломления пленки. Величина смещения луча линейно растет при увеличении толщины пленки d . На рис. 3 показана зависимость величины смещения Δ от показателя преломления переходного слоя n_f при $\theta = 45^\circ$, превышающем угол полного внутреннего отражения. С ростом показателя преломления переходного слоя величина смещения Δ уменьшается.

$$(1-n_f = 1.2, 2-n_f = 1.3, 3-n_f = 1.4, 2-n_f = 1.52(\text{крон}), n_1 = 1, n_2 = 1.57(\text{бариевый крон}))$$

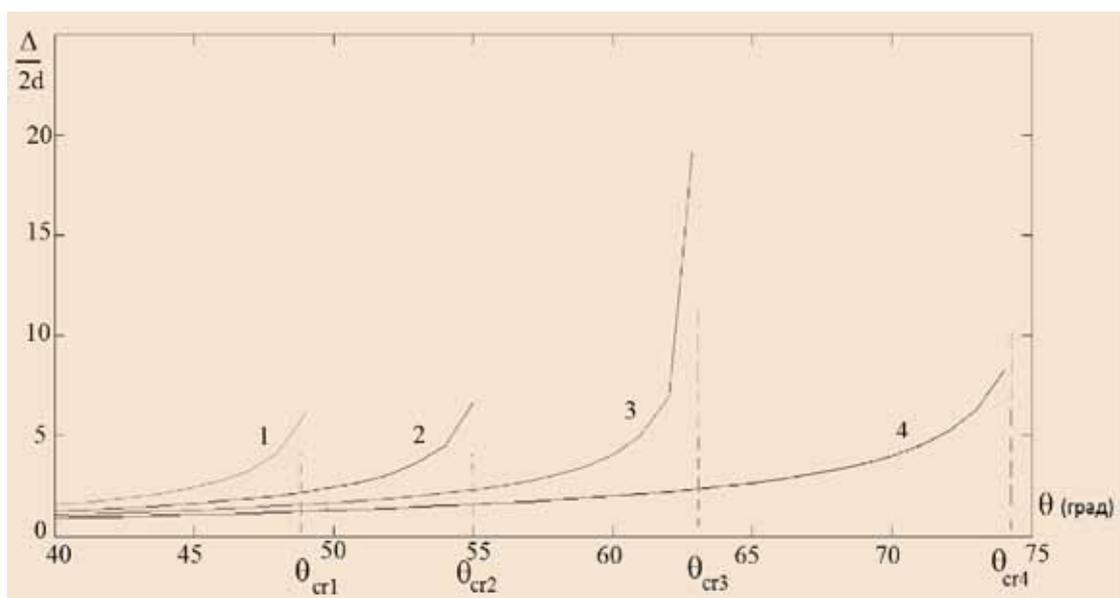


Рис. 2. Зависимость смещения от угла падения для пленок с различными параметрами

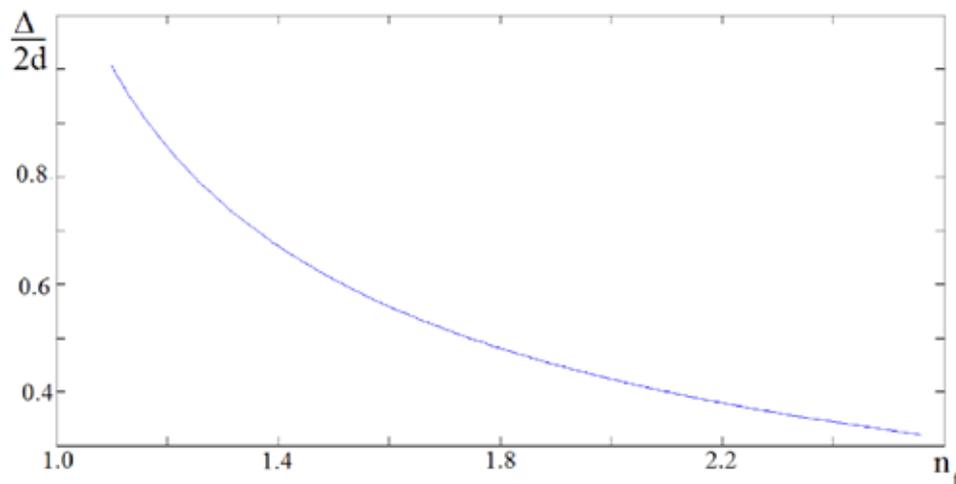


Рис. 3. Зависимость величины смещения от показателя преломления пленки

Таким образом, величина смещения зависит от угла θ ввода излучения в оптическое волокно, показателя преломления пленки n_f на поверхности оптоволоконного слоя ($\Delta \gg d$), что необходимо учитывать при разработке устройств оптоэлектроники. Представляет интерес рассмотреть в волоконных структурах особенности обратного эффекта Гуса –Хенхена [5] и эффекты влияния подвижности сред [6] на величину параметра смещения Δ .

Список литературы

1. Майер В.В. Полное внутреннее отражение света. – М.: ФМЛ. – 2007. –112 с.
2. Солимено С., Крозиньяни Б., Ди Порто П. Дифракция и волноводное распространение оптического излучения. – М.: Мир. – 1989. – 664 с.
3. Goos F., Hänchen H., Ann. Physik. 1947. – 436. – p. 333.
4. Bliokh K. Y., Aiello A. Goos–Hänchen and Imbert–Fedorov beam shifts: an overview // J. Opt.– 2013. – Vol. 15. – p. 014001.
5. Rui Y., Wenkan Zhu, Jingjing Li. Realization of «Trapped Rainbow» in 1D slab waveguide with Surface Dispersion Engineering. arXiv:1410.8196.v1. –2014. –№10. – p.1-11.
6. Глушенко А.Г., Глушенко Е.П., Иванов В.В., Устинова Е.С. Интерференция волн в невязанных средах // В мире научных открытий.– 2012.– №1.1(25).– С. 98-112.

ВЛИЯНИЕ ДВИЖЕНИЯ СРЕД НА ИНТЕРФЕРЕНЦИОННУЮ КАРТИНУ ДВУХ ИСТОЧНИКОВ

Шайдулинна С.Р., Лебедева М.И., Глушенко А.Г., Глушенко Е.П.

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, e-mail: s.sh.66@mail.ru

При наложении когерентных волн с одинаковым направлением колебаний от двух или более источников наблюдается формирование в пространстве стационарного распределения переменной интенсивности, возникающей за счет перераспределения в пространстве их энергии, интерференция [1–3]. Движение среды существенно влияет на волновые процессы, что наиболее наглядно проявляется для упругих волн [3], поскольку скорость движения среды может быть сопоставима со скоростью распространения волн в среде [1–2]. Рассмотрим здесь влияние движения среды на интерференционную картину, создаваемую двумя когерентными источниками упругих волн s_1 и s_2 (рис. 1) в среде, характеризуемой скоростью распространения волн \tilde{n} . Направление движения со скоростью u среды совпадает с осью Ox .

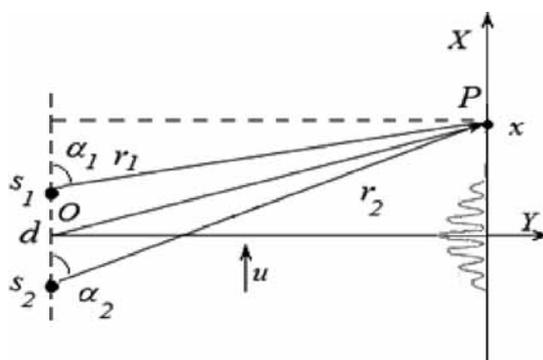


Рис. 1. Интерференция волн от двух источников в подвижной среде

Основные соотношения. В соответствии с принципом суперпозиции суммарное давление поле в точке P определяется суммой:

$$p = p_1(t) + p_2(t + \tau),$$

где $\tau = \frac{r_2}{v_2} - \frac{r_1}{v_1}$ – это время задержки волны, проходящей более длинный путь r_2 , от второго источника по сравнению с волной, распространяющейся по пути r_1 .

Скорости распространения для первой и второй волн от источников в направлении точки наблюдения P различаются: $v_1 = c + u \cos \alpha_1$ и $v_2 = c + u \cos \alpha_2$. Разность фаз этих двух волн, описывается формулой $\Delta\Phi = k_2 r_2 - k_1 r_1$, где волновые числа для первой волны

$$k_1 = \frac{\omega}{v_1} = \frac{\omega}{\tilde{n} + u \cos \alpha_1} = \frac{k_0}{1 + \frac{u}{c} \cos \alpha_1}$$

и второй волны

$$k_2 = \frac{\omega}{v_2} = \frac{\omega}{\tilde{n} + u \cos \alpha_2} = \frac{k_0}{1 + \frac{u}{c} \cos \alpha_2}$$

также различаются. Углы α_1, α_2 , которые определяют направление распространения первой и второй волн в точку P определяются соотношениями (рис. 1):

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{y}{x - \frac{d}{2}}, \operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{y}{x + \frac{d}{2}}.$$

Тогда волновые числа можно представить в виде:

$$k_1 = \frac{k_0}{1 + \frac{u}{c} \frac{x - \frac{d}{2}}{\sqrt{\left(x - \frac{d}{2}\right)^2 + y^2}}};$$

$$k_2 = \frac{k_0}{1 + \frac{u}{c} \frac{x + \frac{d}{2}}{\sqrt{\left(x + \frac{d}{2}\right)^2 + y^2}}}.$$

Расстояния от источников до точки наблюдения:

$$r_1 = \sqrt{\left(x - \frac{d}{2}\right)^2 + y^2}, r_2 = \sqrt{\left(x + \frac{d}{2}\right)^2 + y^2}.$$

При наложении волн в точке P возникает результирующая волна $p \cos(\omega t + \varphi)$ с той же частотой, амплитуда волны определяется из соотношения:

$$p^2 = p_1^2 + p_2^2 + 2p_1 p_2 \cos \Delta\Phi.$$

Учитывая, что энергия волн, пропорциональна квадрату ее амплитуды ($I \sim p^2$), интенсивность в точке P представим в виде:

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 \cdot I_2} |\gamma(\tau)| \cos \Delta\Phi =$$

$$= I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 \cdot I_2} |\gamma(\tau)| \cos \Delta\Phi,$$

где $\gamma(\tau) = \frac{\Gamma(\tau)}{\sqrt{I_1 \cdot I_2}}$ – величина степени когерентности, которая в общем случае является комплексной функцией и может быть представлена в виде:

$\gamma(\tau) = |\gamma(\tau)| \exp(-i\omega\tau)$, $\Gamma(\tau) = \operatorname{Re}\langle p_1(t) \cdot p_2^*(t + \tau) \rangle$ – функция корреляции. Максимальная интенсивность $I_{\max} = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 \cdot I_2} |\gamma(\tau)|$ будет наблюдаться в тех точках, для которых $\cos \Delta\Phi = 1$, минимальная – $I_{\min} = I_1 + I_2 - 2\sqrt{I_1 \cdot I_2} |\gamma(\tau)|$ в точках, где $\cos \Delta\Phi = -1$, т.е.

$$\frac{\sqrt{\left(x - \frac{d}{2}\right)^2 + y^2}}{1 + \frac{u}{c} \frac{x - \frac{d}{2}}{\sqrt{\left(x - \frac{d}{2}\right)^2 + y^2}}} + \frac{\sqrt{\left(x + \frac{d}{2}\right)^2 + y^2}}{1 + \frac{u}{c} \frac{x + \frac{d}{2}}{\sqrt{\left(x + \frac{d}{2}\right)^2 + y^2}}} =$$

$$= \begin{cases} 2m \frac{\lambda}{2} & - \max \\ (2m+1) \frac{\lambda}{2} & - \min, \end{cases}$$

где $m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$ порядок интерференции.

В случае некогерентности источников параметр $|\gamma(\tau)| = 0$ и интенсивность не зависит от координаты

$$I_{\max} = I_{\min} = I_1 + I_2.$$

При $|\gamma(\tau)| = 1$ мы имеем дело с полностью когерентными источниками и при $I_1 = I_2 = I_0$

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 \cdot I_2} \cos \Delta\Phi = 2I_0 (1 + \cos \Delta\Phi).$$

На рис. 2 показано влияние движения среды на интерференционную картину для двух длин волн. Движение среды параллельно плоскости, в которой расположены источники формирует несимметрию интерференционной картины двух источников. Движение среды приводит к смещению положения максимумов и минимумов. Центральные максимумы интерференционной картины менее чувствительны к движению среды. Существенное влияние на интерференционную картину проявляется при скоростях среды $\frac{u}{c} \geq 0.1$.

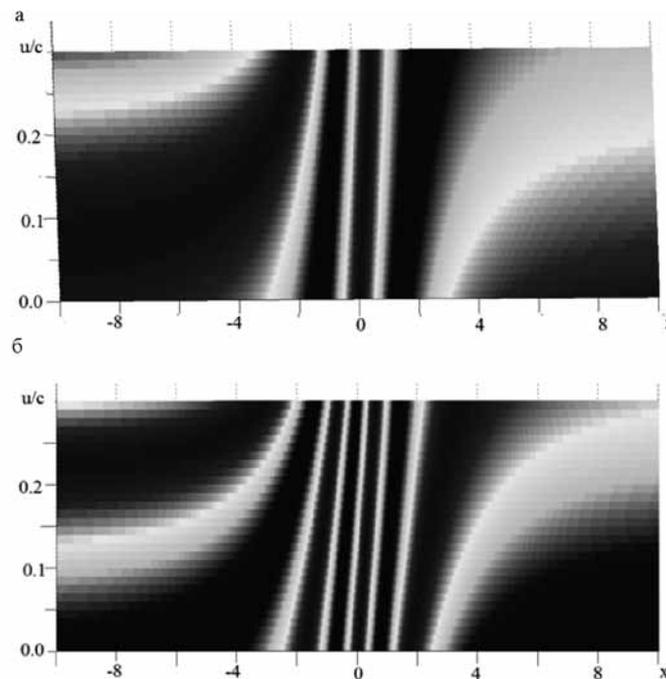


Рис. 2. Распределение интенсивности волн на экране при $k=3$ (а) и $k=5$ (б)

Заключение. Рассмотрено влияние движения среды параллельно плоскости, в которой расположены источники излучения. Установлено, что в направлении движения среды интерференционная картина растягивается, а в противоположном направлении – сжимается.

Список литературы
 1. Гринченко В.Т., Вовк И.В., Мащупура В.Т. Основы акустики. – Киев: Наукова думка, 2007. – 640 с.
 2. Осташев В.Е. Распространение звука в движущихся средах. Современные проблемы физики. – М.: Наука. Физматлит. 1992. – 208 с.
 3. Глушенко А.Г., Глушенко Е.П., Иванов В.В., Устинова Е.С. Интерференция волн в невзаимных средах // В мире научных открытий. – 2012. – №1.1(25). – С.98-112.

**Секция «Математика и ее практические приложения»,
 научный руководитель – Долгополова А.Ф., канд. экон. наук, профессор**

ПАУТИНООБРАЗНАЯ МОДЕЛЬ РЫНОЧНОГО РАВНОВЕСИЯ

Абдулкеримова К.А.

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

Экономическая наука в значительной степени связана с количеством товаров или факторов производства и их ценами. Факторы производства и товары продаются и покупаются на рынках. Рассмотрим рынок какого-либо определенного товара или фактора производства и одно агрегирование, то есть объединение продавцов в одну группу и покупателей в другую. Данный вид агрегирования определяет проблемы оценки, а также суммирования произведений количеств на цены.

Паутинообразная модель представляет собой простую динамическую модель, которая характеризуется затуханием колебания, итогом которого является получение равновесия.

Допустим, рынок какого-либо определенного товара характеризуется данными функциями спроса и предложения:

$$D = D(P), \quad S = S(P).$$

Для того чтобы поддерживать существование равновесия, цена должна быть такой, чтобы рассматриваемый товар на рынке был распродан, то есть $D(P) = S(P)$.

$$\bar{X} = D(\bar{P}) = S(\bar{P}).$$

Динамическая модель образуется при отставании предложения или спроса. Простейшая модель в дискретном анализе содержит отставание или неизменное запаздывание на один интервал:

$$D_t = D(P_t) \text{ и } S_t = S(P_{t-1}).$$

Это может произойти в том случае, если для изготовления рассматриваемого товара необходим конкретный период времени, взятый за интервал. Действие модели таково, что при данном P_{t-1} предыдущего периода величина предложения на рынке в текущем периоде будет $S(P_{t-1})$, и объем P_t должен быть такой, чтобы был распродан весь объем предложенного товара. Таким образом, P_t и величина продаж и покупок X_t задается уравнением

$$X_t = D(P_t) = S(P_{t-1}).$$

Таким образом, имея исходную цену P_0 , посредством заданных уравнений мы можем приобрести значения P_1 и X_1 . Далее, используя существующую цену P_1 , из данных уравнений извлечем значения X_2 и P_2 . В итоге изменение P_t определяется разностным уравнением 1-го порядка:

$$D(P_t) = S(P_{t-1}).$$

Решение можно пояснить с помощью диаграммы, которая проиллюстрирована на рисунке, где D и S -кривые предложения и спроса, а положение равновесия совпадает с точкой их пересечения Q . В динамической модели D имеет то же значение, что и в статистической, но в данном случае ордината кривой S характеризует величину предложения в конкретный промежуток времени. Цена в первоначальный момент времени будет равна P_0 . Точка Q_0 на кривой D с той же самой ординатой, что и Q_0 . Во 2-й промежуток времени движение осуществляется по вертикали к точке S на кривой от точки Q_1 , дающей X_2 , далее по горизонтали – на кривой D к точке Q_2 . Дальнейшее продолжение данного процесса формирует график паутины, рассмотренный на рисунке.

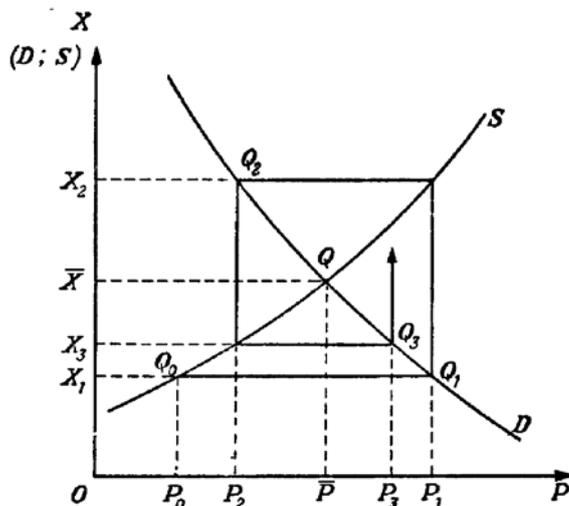


График паутины

Объемы и цены в последующие промежутки времени выступают координатами точек Q_1, Q_2, Q_3, \dots на кривой спроса D . В данном случае последовательность ряда точек стремится к Q . Точки последовательно размещаются на левой и правой стороне от Q .

Итак, характеристики цены P_t стремятся к \bar{P} , располагаясь последовательно по обе стороны от \bar{P} . Точно так же дело обстоит и объемами продаж и покупок. Допустим, что D стремится вниз, а S – вверх. Соответственно, движение с затухающими колебаниями появляется в том случае, если кривая D в точке равновесия Q опускается к оси абсцисс OP . Когда углы наклона D и S равны, образуются регулярные колебания. Для случая линейных функций предложения и спроса, можно получить следующее алгебраическое решение:

$$D = \alpha + aP, \quad S = \beta + bP.$$

Значения равновесия \bar{P} и \bar{X} будут определяться уравнениями

$$\bar{X} = \alpha + a\bar{P} = \beta + b\bar{P},$$

то есть

$$\bar{P} = \frac{\alpha - \beta}{b - a}, \quad \bar{X} = \frac{ba - a\beta}{b - a}. \quad (1)$$

Дискретная динамическая модель определяется уравнением

$$X_t = \alpha + aP_t = \beta + bP_{t-1}. \quad (2)$$

Для начала найдем решение, дающее равновесие. Для этого положим $P_t = \bar{P}$ и $X_t = \bar{X}$ для всех значений t :

$$\bar{X} = \alpha + a\bar{P} = \beta + b\bar{P}. \quad (3)$$

Извлекаем те же значения \bar{P} и \bar{X} , что и в (1). Если в каком-либо периоде имелись цены и объемы, создающие условия равновесия, то в динамической модели (2) они сохраняются и будущих периодах. Статистическое равновесие соответствует этой модели. Вычтем уравнение (3) на (2) и положим $p_t = P_t - \bar{P}$, $x_t = X_t - \bar{X}$. Тогда

$$x_t = ap_t = bp_{t-1}. \quad (4)$$

Уравнения (4) подобны (2), помимо того, что они характеризуют отклонения от уровней равновесия. Эти уравнения являются разностными уравнениями 1-го порядка. Положим $c = b/a$ и подставим его в уравнение (4), так что разностное уравнение относительно P_t будет

$$P_t = cp_{t-1}.$$

При данном значении P_0 в момент $t=0$ решение легко получается путем итерации:

$$p_t = p_0 c^t,$$

или $P_t = \bar{P} + (P_0 - \bar{P})c^t$,

Объемы продаж и покупок в каждый период можно определить из уравнения (4). Чаще всего кривая спроса идет вниз ($a < 0$), а кривая предложения напротив идет вверх ($b > 0$), то есть $c = b/a < 0$. В данном случае положим $r = |c| = b/(-a)$, так что r будет положительно. Тогда

$$p_t = p_0(-1)^t r^t$$

и последовательные значения p_t при $t=0, 1, 2, 3, \dots$, будут соответственно $p_0, -p_0 r, p_0 r^2, -p_0 r^3, \dots$, так что

p_t принимает поочередно положительные и отрицательные значения. Таким образом, чередуются и знаки P_t , которые поочередно будут располагаться выше и ниже \bar{P} .

Существуют 3 возможности:

1) $b > (-a)$, угол наклона S (к OP) больше, нежели угол наклона D .

В данном случае $r > 1$ и ряд последовательных значений p_t является бесконечно возрастающим по абсолютной величине. Соответственно, $P_t \rightarrow \pm\infty$, и имеет место взрывное колебание.

2) $b = (-a)$, углы наклона D и S равны. В рассматриваемом случае $r=1$, и ряд значений P_t будет состоять из чередования p_0 и $(-p_0)$. Поэтому P_t будет последовательно больше и меньше \bar{P} на одну и ту же величину, которая будет равна начальному расхождению ($P_0 - \bar{P}$), то есть в данном случае имеет место регулярное колебание.

3) $b < (-a)$, угол наклона D (к OP) больше, нежели S . В данном случае $r < 1$, и поочередные P_t уменьшаются по абсолютной величине. Следовательно, $P_t \rightarrow \bar{P}$ последовательно справа и слева, то есть стремится к уровню равновесия с затухающими колебаниями.

В случае (3), чем больше будет $-a$ по отношению к b , то есть чем более круче D по сравнению с S , тем быстрее будут затухать колебания и тем быстрее P_t будет стремиться к \bar{P} . Первоначальные возмущения также оказывают наибольшее влияние на амплитуду колебания. Чем дальше P_0 от \bar{P} , тем больше будет размах колебаний и тем длительнее период времени, необходимый для их прекращения. Следует заметить, что случай (2) с длительными и наиболее правильными колебаниями очень редок, поэтому его можно понимать почти как тривиальным – на его базе не допускается построение никакой теории цикла. Наиболее интересным является случай (3), несмотря на возможное возражение, состоящее в том, что затухающие колебания «невозможны». Но есть наиболее простое развитие модели (3) с затухающими колебаниями, позволяющее представить движение P_t с длительными колебаниями во времени. Для этого вместо кривых предложения и спроса, которые неизменны во времени, возьмем кривые, изменяющиеся под воздействием внешних сил во времени циклично или регулярно, либо случайно и т.д. В таком случае еще до прекращения колебаний, описанных на рисунке, какой-либо сдвиг в кривой D или S приведет к возмущению, в этом случае колебания появятся снова. Например, Q_0 могла быть в точке равновесия или вблизи нее до сдвига вверх кривой D к положению, который показан на рисунке. Тогда колебания будут появляться представленным ранее образом, продолжаясь, предположим, до точки Q_3 , в которых колебательное движение будет нарушено сдвигом вверх кривой S . В итоге, возникает колебательное движение с еще большей амплитудой, постепенно прекращающийся до возникновения какого-нибудь нового возмущения. Для линейной модели допустимо алгебраическое истолкование в случае параллельного перемещения кривых спроса и предложения. Уравнение (2) в таком случае будет иметь вид:

$$X_t = \alpha_t + aP_t = \beta_t + bP_{t-1},$$

где α_t, β_t включают сдвиги в момент $t=0, 1, 2, 3, \dots$. Разностным уравнением относительно цены будет

$$P_t = \frac{b}{a} P_{t-1} + \frac{\beta_t - \alpha_t}{a}, \quad (5)$$

Для того чтобы решить уравнения (5), нужно определить разность $\beta_t - \alpha_t$ сдвигов во времени пред-

ложения и спроса. Рассмотренная паутинообразная модель чаще всего дает решение, в условиях которой цены в последующие промежутки времени попеременно принимают значения, располагающиеся ниже или выше точки равновесия. Это колебание завершается на протяжении 2-х интервалов, иными словами при наличии двойного запаздывания на стороне предложения. Скорость приспособления к изменившейся обстановке убывает пропорционально увеличению продолжительности запаздывания.

Таким образом, одним из подходов, который объясняет механизм образования рыночного равновесия, можно считать паутинообразную модель, относящуюся к числу динамических (учитывающих фактор времени). Паутинообразная модель описывает процесс формирования равновесия в условиях, когда воздействие участников сделок на изменяющиеся условия рынка растянуто по времени.

Список литературы

1. Литвин Д.Б., Шайгор А.К., Роговая Н.А. Метод коррекции свойств объекта управления // Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем: сб. науч. статей по материалам III Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь: СтГАУ, 2012. – С. 5–8.
2. Система контроля условий транспортировки ценных грузов / Д.Б. Литвин, И.П. Шепеть, С.М. Бражнев, К.А. Протасов, Е.Д. Литвина // Экономические, инновационные и информационные проблемы развития региона: сб. науч. статей по материалам Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь: СтГАУ, 2014. – С. 184–186.
3. Экономико-математическое моделирование факторов экономического анализа посредством метода линейного программирования / Т.А. Гулай, А.Ф. Долгополова, Д.Б. Литвин, З.Г. Донец // Аграрная наука, творчество, рост. – 2014. – С. 329–332.
4. Решение систем алгебраических уравнений в среде MATLAB / И.П. Шепеть, С.М. Бражнев, Д.Б. Литвин, Е.Д. Литвина, К.А. Протасов // Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях: сб. науч. статей в 2-х ч. по материалам Междунар. науч.-практ. конф.; под общ. науч. ред. д.т.н., проф. В.Е. Жидкова. – Ставрополь, 2014. Ч. 1. – С. 158–162.
5. Литвин Д.Б., Цыплакова О.Н., Родина Е.В. Моделирование экономических процессов в пространстве состояний // Теоретические и прикладные аспекты современной науки: сб. науч. тр. по материалам Международной науч.-практ. конф. – Ставрополь, 2014. – С. 62–66.
6. Метод повышения точности измерения векторных величин / Д.В. Бондаренко, С.М. Бражнев, Д.Б. Литвин, А.А. Варнавский // НаукаПарк. – 2013. – № 6 (16). – С. 66–69.
7. 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.
8. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Государственное регулирование в системе агробизнеса // Учетно-аналитические и финансово-экономические проблемы развития региона: сб. науч. тр. по материалам Ежегодной 76-й науч.-практ. конф. (г. Ставрополь, 24 апреля 2012 г.). – Ставрополь: СтГАУ, 2012. – С. 202–207.
9. Литвин Д.Б., Гулай Т.А., Долгополова А.Ф. Применение операционного исчисления в моделировании экономических систем // Аграрная наука, творчество, рост. – 2013. – С. 263–265.
10. 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.
11. Литвин Д.Б., Дроздова Е.А. Математическое моделирование в среде визуального программирования // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 6. – С. 77–78.
12. Литвин Д.Б., Шепеть И.П. Моделирование роста производства с учетом инвестиций и выбытием фондов // Социально-экономические и информационные проблемы устойчивого развития региона: Международная науч.-практ. конф., 2015. – С. 114–116.

МОДЕЛЬ ДЕШИФРОВКИ ИСТОРИЧЕСКИХ РУКОПИСНЫХ ДОКУМЕНТОВ

Ануприенко М.А.

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

Автоматизированный анализ рукописных текстов востребован в разных сферах деятельности человека. Существует не малое количество различных исследований в этой области, направленных на решение этой задачи. В своей статье я привою пример математической модели дешифровки исторических рукописных документов, которая лежит в основе многих разра-

боток. Распознавание различных текстов проводится на базе полученной информации о символе, а также опережая на информацию, полученную из текстов самого автора.

Обозначим через x_1, \dots, x_n последовательность рукописных символов. Довольно часто рукописные символы распознаются неоднозначно. Для символа x_k обозначим через $x_1^k, \dots, x_{m_k}^k$ множество его возможных распознаваний. Каждому опознанному символу x_i^k определяются его возможные трактовки $y_1^{ki}, \dots, y_{m_i}^{ki}$. Тогда распознанный текст примет вид $y_{j_1}^{i_1}, \dots, y_{j_n}^{i_n}$. Нужно вычислить такой набор индексов, чтобы вероятность верного распознавания была максимальной.

$$P(y_{j_1}^{i_1} \dots y_{j_n}^{i_n}) = \max P(y_{j_1}^{i_1} \dots y_{j_n}^{i_n}),$$

где максимум берется по всем $1 \leq i_1 \leq l_1, 1 \leq j_1 \leq m_{i_1}, \dots, 1 \leq i_n \leq l_n, 1 \leq j_n \leq m_{i_n}$.

Используя формулы умножения вероятностей, она равна:

$$P(y_{j_1}^{i_1}, \dots, y_{j_n}^{i_n}) = P(y_{j_n}^{i_n}) \cdot \dots \cdot P(y_{j_1}^{i_1} | y_{j_2}^{i_2}, \dots, y_{j_{n-1}}^{i_{n-1}}). \quad (1)$$

Оценим вероятность $P(y_{j_1}^{i_1} \dots y_{j_n}^{i_n})$. Оценка сомножителя формулы (1) при $3 \leq k \leq 5$ выглядит таким образом:

$$P(y_{j_k}^{i_k} | y_{j_1}^{i_1} \dots y_{j_{k-1}}^{i_{k-1}}) = a \cdot T_k \cdot R(x_{i_k}^k | x_{i_{k-5}}^{k-5} \dots x_{i_{k-1}}^{k-1}) + (1-a)R(y_{j_k}^{i_k} | y_{j_{k-3}}^{i_{k-3}} \dots y_{j_{k-1}}^{i_{k-1}}). \quad (2)$$

Для $k < 3$, оценка вероятности облегчается. Полученное уравнение представляет собой обыкновенное дифференциальное нелинейное уравнение второго порядка. Оно может быть решено при помощи численных методов. Однако встроенные функции решения дифференциальных уравнений, входящие в такие общеизвестные математические пакеты программ как MatCAD, MatLAB и Maple, не позволяют решать уравнения данного типа, а возможности программирования, например в MatCAD, достаточно ограничены. Первое слагаемое формулы (2) просчитывает точность опознания рукописного символа. Второе слагаемое формулы (2) просчитывает насколько данный фрагмент текста, принадлежит данному автору. Коэффициент a определяется в зависимости от качества данного рукописного текста.

Задача первого слагаемого формулы (2) заключается в расчете точности распознавания символа данного рукописного текста. Точность распознавания символа рассчитывается по формуле

$$R(x_{jk}^k) = e^{-\beta \rho(x_{jk}^k, z_i)^{\gamma_i}},$$

где $\rho(x_{jk}^k, z_i)$ – интервал между текущим символом и эталонном z_i класса. Т.е. среди всех классов символов, используемых при записи этих рукописных текстов, нужно найти те, интервал между которыми минимален. Для вычисления данного интервала необходимо знать коэффициенты β_i и γ_i , которые определяются исходя из системы уравнений (3)

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{2}{3} &= e^{-\beta_i(\rho_{\text{точ}}^i)^{\gamma_i}} \\ \frac{1}{3} &= e^{-\beta_i(\rho_{\text{ноточ}}^i)^{\gamma_i}} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где $\rho_{\text{точ}}^i$ – интервал, при котором возникает первое вхождение символа не схожего с текущим,

$\rho_{\text{пол}}^i$ – интервал, при котором вошли все символы из этого класса, схожие с текущим. При данном значении высоты капли ее форма, в отсутствие внешнего магнитного поля, может считаться равновесной, при дальнейшем увеличении высоты капли, баланс сил действующих на каплю резко нарушается, что выражается в быстром изменении ее формы и отрыве верхней части капли.

Для дальнейших вычислений используется словарь программной системы Smalt. В базе данных, которой находится порядка ста тысяч слов.

Список литературы

1. Вдовин В.А., Муравьев А.В., Метод адаптивной бинаризации растрового изображения. – М: изд-во «Москва», 2012 – №4. – С. 110-124.
2. Yanovskiy A.A., Simonovsky A.Ya., Kholopov V.L., Chuenkova I.Yu. Heat Transfer in Boiling Magnetic Fluid in a Magnetic Field // Solid State Phenomena. – № 233-234. – 2015. – p.339-343.
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, No. 3, pp. 260-266.
4. Рабочая тетрадь «Математическая логика и теория алгоритмов» (учебное пособие) / Т.А. Гулай, С.В. Мелешко, И.А. Невидомская, А.А. Яновский. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – №8-2. – С. 169.
5. 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: сб. науч. трудов. – Ставрополь, 2013. – С. 159-163.
6. Яновский А.А. Управление теплообменными процессами при кипении магнитной жидкости на неограниченной поверхности при помощи магнитного поля / А.А. Яновский, А.Я. Симоновский // Физическое образование в вузах. – 2012. – Т.18, №1. – С. 35-36.
7. Яновский А.А., Симоновский А.Я. Математическое моделирование формы пузырька пара в кипящей магнитной жидкости // Научно-практическая конференция «Финансово-экономические и учетно-аналитические проблемы развития региона». – Ставрополь, 2013. – С. 490-493.
8. Яновский А.А. Тепло- и массоперенос поле в кипящей магнитной жидкости в однородном магнитном поле / А.А. Яновский, А.Я. Симоновский, И.Ю. Чуенкова // Труды XI Международной конференции «Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов». – Курск, 2014. Ч.1. – С. 252-257.
9. Яновский А.А. К вопросу о теплообмене в кипящей магнитной жидкости / Яновский А.А., Симоновский А.Я., Холотов В.Л. // XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики: сборник докладов / Составители: Д.Ю. Ахметов, А.Н. Герасимов, Ш.М. Хайдаров, 2015. – С. 4336-4338.
10. Яновский А.А., Спасибов А.С. Математическое моделирование процессов в кипящих намагничивающихся средах // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – №5-2. – С. 183-186.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В СФЕРЕ ИНВЕСТИРОВАНИЯ

Ахмедханова А.И.

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

Математические методы являются важнейшим инструментом анализа процессов и явлений в инвестировании.

Инвестиции могут приносить прибыль, а могут приносить убыток. Поэтому инвестору необходимо сначала оценить эффективность инвестиций, а потом уже производить вложения. Если правильно применять математическую науку в расчете инвестиций, то произвести оценку эффективности вложения будет намного проще. Использование математических методов поможет выбрать наиболее подходящий вариант инвестирования и стать финансово независимым.

С помощью математических расчетов по формулам можно получить самые точные данные, которые выражаются конкретным числовым значением. При обычной аналитике рынка подобные данные получить практически невозможно. Использование даже самой простой математической формулы в расчете является намного эффективнее, чем использование примитивного логического анализа.

Рассмотрим на примерах применение математических расчетов по формулам при оценке эффективности инвестирования:

Предположим, инвестор приобрел государственные краткосрочные облигации (ГКО) срок обращения которых 6 месяцев на 120-й день периода обращения по цене 92%. Необходимо определить доходность облигации к погашению.

Решение. Для определения доходности облигаций к погашению воспользуемся формулой простых процентов.

$$100 = P_b (1 + R_b n_b / 365),$$

где $P_b = 92\%$ – цена приобретения облигаций инвестором-покупателем на вторичном рынке; n_b – количество дней, которые остались до погашения облигаций, приобретенных на вторичном рынке;

$$n_b = N - n_a = 182 - 120 = 62 \text{ дня.}$$

Тогда доходность операции для покупателя R_b определяется по формуле:

$$R_b = \frac{100 - P_b}{P_b} \frac{365}{n_b},$$

$$R_b = (100 - 92 / 92)(365 / 62) = 0,512.$$

Таким образом, доходность облигации к погашению составляет 51,2% годовых.

Рассмотрим ещё один пример. Государственные краткосрочные облигации (ГКО), срок обращения которых составляет 92 дня, инвестор приобрел в 26-й день периода обращения с дисконтом 23% и продал на 68-й день по цене 91%. Рассчитать доходность операции инвестора.

Решение. P'_b и P_a – соответственно цена первоначальной покупки и цена продажи облигаций инвестором-продавцом на вторичном рынке;

$n_a = 68 - 26 = 42$ – количество дней, в течение которых продавец владеет ими с момента покупки;

$P_b = 100 - 23 = 77\%$ – цена покупки облигаций инвестором-покупателем на вторичном рынке;

Таким образом, доходность операции для инвестора R_a определяется по формуле

$$R_a = \frac{P_a - P'_b}{P'_b} \frac{365}{n_a} = ((91 - 77) / 77)(365 / 42) = 1,58$$

или 158% годовых.

Теперь перейдем к методу сложных процентов:

ГКО срок обращения которой один год продается на аукционе по цене 72%. По какой цене необходимо купить на аукционе ГКО со сроком обращения 3 месяца с тем условием, чтобы у обеих облигаций была бы одинаковая годовая доходность? Доходность рассчитывать по формуле сложного процента.

Решение. Определим доходность ГКО со сроком обращения 1 год:

$$R_1 = 100 - P_1 = 100 - 72 = 28\%,$$

Здесь P_1 – цена покупки ГКО со сроком обращения 1 год.

Определим цену покупки ГКО со сроком обращения 3 месяца, воспользовавшись формулой сложных процентов:

$$(1 + (1 - P_2))^4 = 1 + R_1 \rightarrow P_2 = -(1 + R_1)^{1/4} + 2;$$

$$P_2 = 2 - (1 + 0,28)^{1/4} = 0,936.$$

Следовательно, цена ГКО со сроком погашения 3 месяца должна составлять 93,6%.

В завершение рассмотрим ещё одну задачу. Облигацию федерального займа с переменным купоном приобрело юридическое лицо за 77 дней до своего погашения по цене 103% от номинала. Доходность облигации к погашению в этот момент была 36% годовых. Определить размер последнего купона по облигации (в годовых процентах), если при этом длительность последнего купонного периода была 94 дня. Налогообложение не учитывать.

Решение.

Определим цену облигации в момент погашения:

$$P_0 = 100 + 36(77 / 365) = 107,6\% .$$

С учетом цены покупки получим:

$$P_0 = 107,6 + 3 = 110,6\% .$$

Определим доходность последнего купона в годовых процентах:

$$R_0 = (110,6 - 100)(365 / 94) = 41,2\% .$$

Из всего вышесказанного можно сделать вывод: использование математических методов в сфере инвестирования необходимо. Мы рассмотрели лишь малую часть жизненных примеров взаимосвязи математики и инвестиций. Многим из тех, кому придется в жизни столкнуться с инвестиционными вкладами, нужно быть очень осторожными в своих действиях, так как любая ошибка может дорого обойтись. Для этого мы рассмотрели несколько способов расчета итогов инвестиционных сделок, применяя формулы простых и сложных процентов.

Список литературы

1. Айдинова А.Т., Банникова Н.В., Белкина Е.Н. [и др.] Производственный менеджмент в АПК // *Деловые имитационные игры*. – Ставрополь, 2013.
2. Мамаев И.И., Сахнюк П.А., Сахнюк Т.И. Применение карт Кохонена для анализа основных социально-экономических показателей административных районов Ставропольского края // *Современные исследования социальных проблем*. – 2012. – № 12. – С. 66.
3. Бондаренко В.А., Мамаев И.И., Сахнюк П.А., Сахнюк Т.И. Модели математического анализа в решении задач природоохранной деятельности // *Экономические, инновационные и информационные проблемы развития региона: материалы Международной научно-практической конференции*, 2014. – С. 65-69.
4. 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.
5. Левушкина С.В., Сахнюк Т.И. Управление невостребованными земельными долями как залог эффективного использования земельных ресурсов // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2011. – № 72. – С. 270-278.
6. Великова И.П., Сахнюк Т.И. Исследование проблем инновационного развития экономики России // *Вестник Северо-Кавказского федерального университета*. – 2011. – № 3. – С. 219-224.
7. Демченко И.А., Долгополова А.Ф., Гулай Т.А. Инвестиционная активность регионального АПК // *Экономика сельского хозяйства России*. – 2015. – № 4. – С. 31-37.
8. Морозова О.В., Долгополова А.Ф. Системно – синергетический подход к обеспечению продовольственной безопасности страны // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 4-0. – С. 234-238.
9. 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. 31-37

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ИГР В НАУКЕ

Байрамукова С.Р., Мешарова В.Ю.

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

Теория игр представляет собой раздел прикладной математики, который используется для принятия оптимальных решений в конфликтной ситуации. Он предназначен для нахождения оптимальной для каж-

дого участника конфликта стратегии поведения. Теория игр довольно эффективный метод; он применяется в различных общественных науках, таких как социология, политология, этика.

Игра – это конфликт, в котором участники стремятся добиться удовлетворения своих интересов. Очевидно, что удовлетворение интересов одного, влечет ущерб интересам другого игрока или участника конфликта. Правила игры есть действия каждого из игроков, направленные на достижения результата. Количественная оценка результатов игры называется платежом. Парной игрой называется игра двух игроков с нулевой суммой. Если сумма платежей равна нулю, то в этом случае проигрыш одного игрока равен выигрышу второго. Стратегией игрока называется однозначно предложенный выбор игрока в каждой из существующих ситуаций, при которой он может сделать определенный ход. Стратегия игрока называется оптимальной, если при многократном повторении игры она обеспечивает игроку максимально возможный средний выигрыш.

Рассматривая в данной статье главную задачу теории игр и ее роли в обществе нельзя не отметить теорию оптимального контроля, который позволяет принимать правильные решения в различных конфликтах и непротиворечивых ситуациях. Информация в жизни человека является одним из наиболее значительных ресурсов. Теория игр – это математическая дисциплина, принятая находить решения задач конфликтов. В вооруженных силах часто возникают конфликты и это стало одним из первых оснований для практического применения развития теории игр. Изучение проблем военных сражений с помощью теории игр (включая дифференциал) является немаловажным предметом. Применение теории игр к проблемам военной науки означает, что для всех участников эффективные решения – это оптимальные действия, позволяющие решить и найти как можно больше целей. Много раз делались попытки сортировать военные игры на настольных моделях. Но эксперимент военной науке (а также в любой другой науке) является средством, как для подтверждения теории, так и для создания новых практик.

Военный анализ – вещь, намного более неопределенная в смысле законов, предсказаний и логики, чем физика. Поэтому моделирование с подробно и тщательно взятыми реалистическими деталями и не может привести к общему надежному результату, если партия не повторена очень большое количество раз. С точки зрения отличительных игр единственная вещь, на что возможно надеяться, находится на подтверждении заключений теории. Случай, когда такие заключения сделаны происхождением упрощенной модели, особенно важен (обязательно, это всегда происходит). Для получения наилучших результатов в конфликтных ситуациях достаточно часто противоборствующие стороны объединяются в союзах

Если рассматривать методы применения теории игр в управлении, то можно назвать их решения по поводу проведения принципиальной ценовой политики, вступления на новые рынки, кооперации создания совместных предприятий, определения лидеров и исполнителей в области инноваций и т.д. Положения этой теории в принципе могут использоваться для всех типов решений, если их принятие под влиянием других знаков. Конкуренты рынка должны быть этими людьми или игроками, дополнительными; в их роли могут выступать субпоставщики, ведущие клиенты, штат организации, и также могут действовать коллеги.

Существенный вклад в использование теории игр сделан экспериментальными работами. Много тео-

ретических вычислений выполнены в лабораторных условиях, и полученные результаты служат важным элементом для практиков. Сегодня консультанты с подготовкой в области игр быстро и однозначно показывают возможности, которые предприятия могут использовать для заключения стабильных и долгосрочных контрактов с клиентами, субпоставщиками, партнерами и в развитии, и т.д.

Очень важное направление – является попытками применить теорию игр в биологии и понять, как сама эволюция строит оптимальную стратегию. Здесь, в действительности, тот же самый метод, который помогает нам объяснить человеческое поведение. Послетого, как во всей теории игр не говорится, что люди всегда действуют сознательно, стратегически, рационально. Именно о развитии определенных правил приводят к более полезному результату скорее, если придерживаться их. Это – люди, часто не считают стратегию, она постепенно формируется сама в процессе накопления опыта. Эта идея воспринята теперь и в биологии.

Исследования в сфере компьютерных технологий, например, анализ аукционов, которые выполнены компьютерами автоматически, еще более востребованы. Кроме того, теория игр позволяет задуматься, как работают компьютеры. Серверы в сети можно рассмотреть, как игроков, которые пытаются с координировать действия. И вообще роль применения теории игр в различных областях науки огромен и многогранен. Нельзя пользоваться одной конкретной формулой или определением, необходимо распознать качество и надежность системы, которую нужно исследовать и проанализировать по средствам игровых ситуаций.

Рассмотрим применение теории игр в экономической науке на примере швейного предприятия, которое выпускает детские платья и костюмы, реализуя свою продукцию через магазин. Сбыт продукции в нашем случае зависит от состояния погоды. Используя данные прошлых наблюдений, предприятие в течении апреля – мая в условиях теплой погоды может реализовать 600 костюмов и 1975 платьев, а при прохладной погоде 1000 костюмов и 625 платьев. Затраты на единицу продукции в течение указанных месяцев составили для костюмов 27 руб., для платьев 8 руб., а цена реализации равна соответственно 48 руб. и 16 руб.

Задача заключается в максимизации средней величины прибыли от реализации выпущенной продукции с учетом не определенности погоды в рассматриваемые месяцы. Таким образом, служба маркетинга предприятия должна в этих условиях определить оптимальную стратегию предприятия, обеспечивающую при любой погоде определенный средний доход. Решим эту задачу методами теории игр, игра в этом случае будет относиться к типу игр с природой.

Предприятие в данных условиях имеет две чистые стратегии: стратегия А – в расчете на теплую погоду и стратегия Б – в расчете на холодную погоду. Природу будем рассматривать как второго игрока также с двумя стратегиями: прохладная погода (стратегия В) и теплая погода (стратегия Г). Если предприятие выберет стратегию А, то в случае прохладной погоды (стратегия природы В) доход составит

$$600(48-27) - 625(16-8) - (1975-625)8 = 6800 \text{ руб.}$$

В случае теплой погоды (стратегия природы Г) доход равен

$$600(48-27) + 1975(16-8) = 28400 \text{ руб.}$$

Если предприятие выберет стратегию Б, то реализация продукции в условиях прохладной погоды получит доход равный:

$$1000(48-27) + 625(16-8) = 26000 \text{ руб.,}$$

а в условиях теплой погоды:

$$600(48-27) + 625(16-8) - (1000-600)27 = 6800 \text{ руб.}$$

Следовательно, матрица исходной игры имеет вид:

$$\begin{pmatrix} 6800 & 28400 \\ 26000 & 6800 \end{pmatrix}.$$

Первая и вторая строки этой матрицы соответствуют стратегиям А и Б предприятия, а первый и второй стратегиям В и Г природы.

Платежная матрица показывает, что первый игрок (предприятие) никогда не получит доход меньше 6800. Но если погодные условия совпадают с выбранной стратегией, то выручка (выигрыш) составит 26000 или 28400. Отсюда следует, что в условиях неопределенности погоды наибольший гарантированный доход предприятие обеспечит, если будет попеременно применять, то А, то стратегию Б. Такая стратегия называется смешанной. Оптимизация смешанной стратегии позволит первому игроку всегда получать выигрыша независимо от стратегии второго игрока.

Пусть x вероятность применения первым игроком стратегии А, тогда вероятность применения им стратегии Бравна $(1-x)$. В случае оптимальной смешанной стратегии первый игрок (предприятие) получит и при стратегии В (холодная погода), и при стратегии Г (теплая погода) второго игрока одинаковый средний доход:

$$6800x + 2600(1-x) = 28400x + 6800(1-x).$$

$$\text{Отсюда получаем, что } x = \frac{8}{17}; 1-x = \frac{9}{17}.$$

Следовательно, первый игрок, применяя чистые стратегии А и Б в соотношении 8:9, будет иметь оптимальную смешанную стратегию, обеспечивающую ему в любом случае средний доход в сумме $6800 - \frac{8}{17} + 26000 - \frac{9}{17} = 16965$ руб. – эта величина и будет в данном случае ценой игры. Легко рассчитать, какое количество костюмов и платьев должно выпускать предприятие при оптимальной стратегии:

$$\begin{aligned} & (600 \text{ костюмов} + 1975 \text{ платьев}) \frac{8}{17} + \\ & + (1000 \text{ костюмов} + 625 \text{ платьев}) \frac{9}{17} = \\ & = 812 \text{ костюмов} + 1260 \text{ платьев.} \end{aligned}$$

Таким образом, оптимальная стратегия предприятия заключается в выпуске 812 костюмов и 1260 платьев, что обеспечит при любой погоде средний доход в сумме 16965 руб. В разобранный пример, мы показали нахождения оптимальных стратегий предприятия по средствам вычисления частот чистых стратегий, которые здесь представляют собой погодные условия. Значение и роль необходимых условий сводиться к нахождению платежной матрицы дальнейшего решения которой существует и возможно при наличии седловой точки.

На основе вышесказанного в данной работе можно сделать вывод, что теория игр является сложной областью знаний. При обращении к ней надо соблюдать известную осторожность и четко знать границы применения. Слишком простые толкования, которые принимаются фирмой самостоятельно или с помощью консультантов, таят в себе скрытую опасность. Применять теорию игр для анализа рекомендуется только для особо важных проблем. Основываясь

на опыте многих организаций можно сказать, что использование соответствующего инструментария предпочтительно при принятии однократных, важных плановых стратегических решений, в том числе при подготовке крупных кооперационных договоров.

Список литературы

1. Бондаренко В.А., Донец З.Г., Родина Е.В. Применение теории игр при решении экономических задач // Экономика регионов России: Состояние и перспективы развития: Сборник научных статей по материалам 72-й научно-практической конференции. – 2008. – С. 141-144.
2. Родина Е.В. Формирование практических умений и навыков студентов аграрного вуза на основе лабораторно-практических занятий // Инновации в образовании. – 2011. – № 1. – С. 47-63.
3. Литвин Д.Б., Цыплакова О.Н., Родина Е.В. Моделирование экономических процессов в пространстве состояний // Теоретические и прикладные аспекты современной науки: сборник статей Международной научно-практической конференции / отв. за выпуск А.Г. Иволга. – Ставрополь: ФБГОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», 2014. – С. 62-66.
4. Яковенко В.С., Карпец Ю.А., Родина Е.В. Классификация издержек обращения для целей учета в торговле // Экономика регионов России: анализ современного состояния и перспективы развития: Сборник научных трудов по материалам 73-й ежегодной научно-практической конференции, 2009. – С. 247-250.
5. Родина Е.В., Рогачева Е.А. Теоретические аспекты использования системного менеджмента качества подготовки выпускников современного вуза // Вестник Майкопского государственного технологического университета. – 2012. – №2. – С.96-103.
6. Родина Е.В. Применение деловой игры для формирования умений и навыков студентов на практических занятиях по математике // Актуальные проблемы современного образования: опыт и инновации: материалы 2-й научно-практической конференции (заочной) с международным участием, посвященной 75-летию со дня рождения первого декана Педагогического факультета Ульяновского государственного педагогического университета им. И.Н. Ульянова Виталия Ивановича Пирогова / Отв. ред. А.Ю. Нагорнова, Л. В. Гурьева. – Ульяновск: Ульяновский государственный педагогический университет, 2011. – С. 505-508.

ПРИЛОЖЕНИЕ ИНТЕГРАЛА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ С ЭКОНОМИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ

Бондарева Е.В., Соколовский С.А.

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

Интеграл появился как ответ на необходимость нахождения объемов и площадей. Впервые такими исчислениями задались еще математики древней Греции. В наше время интеграл применяется в различных сферах, в работе авторы рассмотрели применение определенного интеграла для решения экономических задач на нахождение производительности труда, объема продукции и амортизационных отчислений.

Интегрирование – это действие обратное дифференцированию. И. Барроу впервые увидел связь между интегрированием и дифференцированием. Позже Ньютон и Лейбниц, независимо друг от друга, вывели формулу, которую мы знаем под названием Ньютона-Лейбница:

$$\int_a^b f(x) dx = F(x) \Big|_a^b = F(b) - F(a).$$

Это событие ознаменовало собой появление общего метода интегрального и дифференциального исчисления. Русский ученый П.Л. Чебышев доказал, что существуют интегралы, которые нельзя выразить через элементарные функции. Строгое изложение теории интегралов появилось благодаря работам О. Коши.

Сам символ интеграла – \int был введен Лейбницем в 1675 г. Он представляет собой измененную латинскую букву S, которая является первой буквой в слове сумма. Термин интеграл придумал Я. Бернулли в 1690 г. Вероятнее всего, оно происходит от латинского слова «integro», которое в переводе означает «приводить в прежнее состояние, восстанавливать», ведь операция интегрирования словно «восстанавливает» функцию, из которой путем дифференцирования получена подынтегральная функция.

Интеграл – результат сложения бесконечного большого числа бесконечно малых слагаемых, иначе говоря, имеется в виду разбиение области интегрирования, которая является отрезком, на множество бесконечно малых отрезков, а также сумма произведений значения функции аргумента, который принадлежит каждому отрезку, и длины соответствующего бесконечно малого отрезка области интегрирования, в пределе, при бесконечно маленьком разбиении:

$$\sum_i f(x_i) \Delta x_i f(x) dx.$$

Неопределенный интеграл от функции $f(x)$ – это совокупность всех первообразных для функции $f(x)$ на промежутке X

$$\int f(x) dx = F(x) + C.$$

Определенный интеграл, в геометрическом смысле, численно равен площади фигуры, которая ограничена осью абсцисс, прямыми $x=a$ и $x=b$ и графиком функции $f(x)$, формула определенного интеграла:

$$\int_a^b f(x) dx = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \sum_{i=0}^{n-1} f(\xi_i) \Delta x_i$$

Рассмотрим решение различных экономических задач. Допустим, что фабрика выпускает 31000 машин в год, а затем ежегодно увеличивает производство на 55 машин. Необходимо найти сумму амортизационных отчислений за десять лет, если норма амортизации равна 10%. Выразим выпуск машин формулой:

$$y = 31000x + 55,$$

где x – число лет. Тогда объем выпущенных за 10 лет машин будет равен:

$$V = \int_0^{10} (31000x + 55) dx.$$

Следовательно, амортизационная сумма равна 155055 (руб.), так как:

$$\begin{aligned} \int_0^{10} 0,1(31000x + 55) dx &= 0,1 \int_0^{10} (31000x + 55) dx = \\ &= 0,1 \left(31000 \frac{x^2}{2} + 55x \right) = \\ &= 0,1(1550000 + 5500) = 155055. \end{aligned}$$

Для следующего примера рассмотрим ситуацию, в которой для строительства фабрики задается непрерывный денежный поток со скоростью $I(t) = -t^2 + 20t + 5$ (у.е.) на 20 лет с годовой процентной ставкой $p = 5\%$. Необходимо найти дисконтированную стоимость этого потока. Согласно формуле потока

$$(\Pi) = \int_0^T I(t) e^{-pt} dt$$

имеем

$$\Pi = \int_0^{20} (-t^2 + 20t + 5) e^{-0,05t} dt.$$

Заменим переменную:

$$s = -0,05t, t = -20s, dt = -20ds.$$

При этом новые пределы интегрирования получаются подстановкой старых пределов в формулу замены: $s_0 = 0, s_1 = -1$. Таким образом, получаем:

$$\Pi = -20 \int_0^{-1} (-400s^2 - 400s + 5)e^s =$$

$$= 20 \int_{-1}^0 (-400s^2 - 400s + 5)e^s ds.$$

К последнему интегралу применим формулу интегрирования по частям, полагая, что

$$u = -400s^2 - 400s + 5, \quad du = (-800s - 400)ds, \\ dv = e^s ds, \quad v = e^s.$$

Следовательно:

$$\Pi = 20 \left(-400s^2 - 400s + 5 \right) e^s \Big|_{-1}^0 + \int_{-1}^0 (800s + 400) e^s ds.$$

В первом слагаемом подставим пределы интегрирования, а ко второму слагаемому применим еще раз формулу интегрирования по частям, полагая

$$u = 800s + 400, \quad du = 800ds.$$

Имеем

$$\Pi = 20(5 - 5e^{-1} + (800s + 400)e^s \Big|_{-1}^0 - \int_{-1}^0 800e^s ds) = \\ = 20(5 - 5e^{-1} + 400 + (800 - 400)e^{-1} - 800 + \\ + 800e^{-1}) = 20(1195e^{-1} - 1 - 395).$$

Окончательно получим поток равный 892 (у.е.).

Решим задачи связанные с объемом продукции.

Найдем объем продукции выпущенной в течение года, считая количество рабочих дней равным 240, если производительность труда рабочего выражается функцией

$$y = -0,0033x^2 - 0,089x + 20,96;$$

где x – производительность труда за 1 ч. Объем продукции, выпускаемой в течение смены, выражается интегралом:

$$V = \int_0^8 (-0,0033x^2 - 0,089x + 20,96) dx, \\ V = \int_0^8 (-0,0033x^2 - 0,089x + 20,96) dx = \\ = \left(-0,0033 \frac{x^3}{3} - 0,089 \frac{x^2}{2} + 20,96x \right) = \\ = (-0,563 - 2,748 + 167,68) = 164,37 \text{ (шт.)}.$$

Следовательно, объем продукции, выпускаемой за год равен:

$$164,37 \cdot 240 = 37449 \text{ (шт.)}.$$

На складе запас товара составляет 100 единиц, товар, поступающий ежедневно, выражается функцией:

$$y = 22 - 0,5x + 0,06x^2,$$

где x – количество дней. Обозначаем количество товара через W . Через 40 дней количество товара будет равно:

$$W = 100 + \int_0^{40} (22 - 0,5x + 0,06x^2) dx = \\ = 100 + \left(22x - 0,5 \frac{x^2}{2} + 0,06 \frac{x^3}{3} \right) =$$

$$= 100 + 880 - 400 + 1260 = 1860 \text{ (шт.)}.$$

Конечно, экономика далеко не единственная сфера применения интегралов, но решение экономических задач с помощью определенного интеграла помогло нам осознать важность применения метода интегральных исчислений. Приведенные примеры только подчеркивают необходимость применения математического аппарата для решения задач с экономическим содержанием

Список литературы

1. Долгополова А.Ф., Гулай Т.А., Литвин Д.Б. Математическое моделирование социально-экономических систем // Учетно-аналитические и финансово-экономические проблемы развития региона Ежегодная 76-я научно-практическая конференция Ставропольского государственного аграрного университета «Аграрная наука – Северо-Кавказскому региону». – 2012. – С. 283-286.
2. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Совершенствование математической подготовки студентов аграрных вузов // Инновационные векторы современного образования. – 2012. – С. 11-16.
3. 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: Сборник научных трудов по материалам IV Международной научно-практической конференции / Отв. за выпуск Т.А. Башкагова, 2014. – С. 329-332.
4. Музенитов Ш.А. Сборник математических задач с экономическим содержанием. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2002. – 224 с.
5. Музенитов Ш.А. Математические основы экономики труда и производства: методические рекомендации. – М.: АПН СССР, 1986. – 74 с. (в соавт.)

МОДИФИКАЦИИ УРАВНЕНИЯ СЛУЦКОГО ДЛЯ АНАЛИЗА ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО СПРОСА

Буханцов С.А., Михненко Е.В.

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

Уравнение, носящее имя нашего соотечественника Е. Слуцкого, известно в науке начиная с первой половины XX в. Оно состоит в том, что изменение спроса на некоторый товар при повышении или снижении его цены складывается из влияния непосредственного изменения спроса и косвенного влияния в результате переключения спроса на другие товары при условии неизменности уровня благосостояния. Данное уравнение показывает, что изменение в спросе на i -й товар при изменении цены j -го товара является результатом двух эффектов: эффекта замещения и эффекта дохода. Эффект замещения иногда называют изменением компенсированного спроса [1]. Идея состоит в том, что потребителю компенсируют повышение цены таким увеличением его дохода, которое позволяет ему купить старый потребительский набор. Разумеется, если цена снижается, то «компенсация» заключается в том, что у него отбирают часть денежного дохода [2].

Уравнение Слуцкого описывает поведение точки спроса \vec{x} при компенсации, когда изменения вектора цен \vec{p} и размера бюджета (дохода) q согласованы таким образом, что значение функции полезности $u(\vec{x})$ (далее ФП) остается постоянным. В точке спроса выполняются стандартные условия достижения максимума ФП [3]

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial \vec{x}} = \lambda \vec{p}^T \\ \vec{p}^T \cdot \vec{x} = q \end{cases} \quad (1)$$

где λ – множитель Лагранжа, в данном случае натуральная предельная стоимость денег.

Точка спроса $\vec{x}(\vec{p}, q)$ есть однородная функция нулевого порядка, и, следовательно, она подчиняется уравнению Эйлера [4]:

$$\frac{\partial \vec{x}}{\partial \vec{p}} \cdot \vec{p} + \frac{\partial \vec{x}}{\partial q} \cdot q = \vec{0}. \quad (2)$$

Так как по условию $u = \text{const}$, то

$$du = \frac{\partial u}{\partial \bar{x}} d\bar{x} = 0.$$

А следовательно, согласно первому уравнению системы (1):

$$\bar{p}^T \cdot d\bar{x} = 0. \quad (3)$$

Изменение точки спроса при компенсации (compensation):

$$d\bar{x}_c = \frac{\partial \bar{x}}{\partial p} d\bar{p} + \frac{\partial \bar{x}}{\partial q} dq,$$

где согласно (3) приращение дохода равно:

$$dq = d(\bar{p}^T \cdot \bar{x}) = \bar{p}^T d\bar{x} + \bar{x}^T d\bar{p} = \bar{x}^T dp, \quad (4)$$

т.е. $d\bar{x}_c = \frac{\partial \bar{x}}{\partial p} d\bar{p} + \frac{\partial \bar{x}}{\partial q} \bar{x}^T d\bar{p}$.

Откуда следует классический вид уравнения Слуцкого [10]:

$$\frac{\partial \bar{x}_c}{\partial \bar{p}} = \frac{\partial \bar{x}}{\partial \bar{p}} + \frac{\partial \bar{x}}{\partial q} \bar{x}^T; \quad (5)$$

(\bar{x} – столбец; \bar{x}^T – строка).

Для дальнейшего исследования целесообразно ввести диагональные матрицы P и X :

$$P = \text{diag}(p_1, p_2, \dots, p_n); \quad X = \text{diag}(\bar{x}).$$

Они позволяют находить матрицу эластичности спроса ε и вектор эластичности спроса \bar{e} :

$$\varepsilon = \left\| \frac{p_j}{x_i} \cdot \frac{\partial x_i}{\partial p_j} \right\| = X^{-1} \cdot \frac{\partial \bar{x}}{\partial \bar{p}} \cdot P; \quad (6)$$

$$\bar{e} = q \cdot X^{-1} \cdot \frac{\partial \bar{x}}{\partial q}.$$

Непосредственно из уравнений (6) следует [11]:

$$\frac{\partial \bar{x}}{\partial \bar{p}} = X \cdot \varepsilon \cdot P^{-1}; \quad \frac{\partial \bar{x}}{\partial q} = \frac{1}{q} X \bar{e}. \quad (7)$$

Умножив обе части уравнения (5) на X^{-1} слева и на P справа, получим уравнение Слуцкого, выраженное в терминах эластичности [6]:

$$\varepsilon_c = \varepsilon + \frac{1}{q} \bar{e} \cdot \bar{q}^T, \quad (8)$$

где ε , ε_c – соответственно матрицы эластичности без компенсации и при ее наличии; $\bar{q}^T = \bar{x}^T \cdot P$ – вектор расходов.

Введем вектор распределения относительных расходов:

$$r = \frac{\bar{q}}{q}.$$

Тогда уравнение Слуцкого (8) можно записать максимально простым образом [7]

$$\varepsilon_c = \varepsilon + \bar{e} \cdot \bar{r}^T. \quad (9)$$

Введем векторы относительных изменений спроса:

$$\bar{\delta}_x = \left(\frac{dx_1}{x_1}, \dots, \frac{dx_n}{x_n} \right) = \left\| \frac{dx_i}{x_i} \right\|.$$

Аналогично запишем вектор относительных изменений цен

$$\bar{\delta}_p = \left\| \frac{dp_i}{p_i} \right\|.$$

При малых величинах этих двух векторов с достаточной точностью можно считать, что они линейно зависят друг от друга

$$\bar{\delta}_x = \varepsilon_c \cdot \bar{\delta}_p. \quad (10)$$

Теперь предположим, что ФП – однородная функция порядка α .

Известно, что в этом случае выполняется равенство:

$$\frac{\partial \bar{x}}{\partial p} = \frac{1}{q} \bar{x}.$$

Поэтому уравнение Слуцкого (5) в случае произвольной однородной ФП приобретает вид [8]

$$\frac{\partial \bar{x}_c}{\partial \bar{p}} = \frac{\partial \bar{x}}{\partial \bar{p}} + \frac{1}{q} \bar{x} \cdot \bar{x}^T. \quad (11)$$

Умножив каждую сторону уравнения (11) на X^{-1} слева и на P справа, получим соответствующее уравнение для эластичностей:

$$\varepsilon_c = \varepsilon + \bar{1} \cdot \bar{r}^T. \quad (12)$$

Рассмотрим частный случай, когда однородная ФП является функцией Кобба-Дугласа. Тогда, как рассмотрено выше, спрос оказывается равным:

$$\bar{x} = \frac{q}{\alpha} \cdot \left(\frac{\alpha_1}{p_1}, \dots, \frac{\alpha_n}{p_n} \right) = \frac{q}{\alpha} \cdot \left\| \frac{\alpha_i}{p_i} \right\|,$$

отсюда

$$\bar{q} = \frac{q}{\alpha} \cdot \bar{\alpha}^T, \quad (13)$$

где $\bar{\alpha}^T = (\alpha_1, \dots, \alpha_n)$ – вектор степеней.

Далее: $\varepsilon = -E$ (E – единичная матрица) – эластичность без компенсации.

Отсюда следует выражение для эластичности при наличии компенсации

$$\varepsilon_c = \frac{1}{\alpha} \bar{1} \cdot \bar{\alpha}^T - E. \quad (14)$$

Рассмотрим пример с тремя видами товара.

Задается вектор $\bar{\alpha}^T = (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$ функции Кобба-Дугласа. Задается вектор относительных изменений цен $\bar{\delta}_p$ (в процентах).

Требуется найти вектор относительных изменений вектора потребления при компенсации $\bar{\delta}_c$ (в процентах).

Пусть, например, векторы $\bar{\alpha}$ и $\bar{\delta}_p$ равны:

$$\bar{\alpha}^T = \left(\frac{1}{6}, \frac{2}{6}, \frac{3}{6} \right); \quad \bar{\delta}_p^T = (-10, 5, 15).$$

Матрица эластичности спроса при компенсации в общем случае равна:

$$\varepsilon_c = \frac{1}{\alpha} \cdot \begin{pmatrix} \alpha_1 - \alpha & \alpha_2 & \alpha_3 \\ \alpha_1 & \alpha_2 - \alpha & \alpha_3 \\ \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 - \alpha \end{pmatrix},$$

где $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$.

В данном примере сумма степеней

$$\alpha = \frac{1}{6} + \frac{2}{6} + \frac{3}{6} = 1;$$

$$\varepsilon_c = \frac{1}{1} \cdot \begin{pmatrix} \frac{1}{6} - 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{6} & \frac{1}{3} - 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{6} & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} - 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{6} \cdot \begin{pmatrix} -5 & 2 & 3 \\ 1 & -4 & 3 \\ 1 & 2 & -3 \end{pmatrix} -$$

матрица эластичности.

Отсюда в соответствии с равенством (10) получаем вектор относительных изменений вектора потребления:

$$\begin{aligned} \bar{\delta}_c &= \frac{1}{6} \begin{pmatrix} -5 & 2 & 3 \\ 1 & -4 & 3 \\ 1 & 2 & -3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -10 \\ 5 \\ 15 \end{pmatrix} = \frac{1}{6} \begin{pmatrix} 50 + 10 + 45 \\ -10 - 20 + 45 \\ -10 + 10 - 45 \end{pmatrix} = \\ &= \frac{1}{6} \begin{pmatrix} 105 \\ 15 \\ -45 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 17,5 \\ 2,5 \\ -7,5 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

Можно видеть, что спрос на первый и второй виды товара возрос соответственно на 17,5 и на 2,5%, а спрос на третий вид товара снизился на 7,5%.

Нетрудно заметить, что равенство (10) позволяет решать и обратную задачу: задавшись желаемым относительным изменением спроса, определить, каким образом для этого необходимо изменить цены:

$$\bar{\delta}_p = \varepsilon_c^{-1} \cdot \bar{\delta}_{xc}.$$

Таким образом, построена модель, в рамках которой определяется относительное изменение вектора спроса при компенсации. Одновременно решается и обратная задача на определение компенсированных изменений цен.

Показывается, что привлечение понятия эластичности спроса упрощает запись уравнения Слуцкого и его решение. Доказывается, что знание матрицы эластичности и вектора относительных расходов достаточно для определения реакции спроса для любых сравнительно небольших компенсированных изменений цен. Разумеется, если имеется информация о функции полезности потребителя, то упомянутые матрица эластичности ε_c и распределение расходов \bar{r} в принципе теоретически всегда можно вычислить.

Список литературы

1. Литвин Д.Б., Шайтор А.К., Роговая Н.А. Метод коррекции свойств объекта управления // Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем: сб. науч. статей по материалам III Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь: СтГАУ, 2012. – С. 5–8.
2. Система контроля условий транспортировки ценных грузов / Д.Б. Литвин, И.П. Шепеть, С.М. Бражнев, К.А. Протасов, Е.Д. Литвина // Экономические, инновационные и информационные проблемы развития региона: сб. науч. статей по материалам Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь: СтГАУ, 2014. – С. 184–186.
3. Экономико-математическое моделирование факторов экономического анализа посредством метода линейного программирования / Т.А. Гулай, А.Ф. Долгополова, Д.Б. Литвин, З.Г. Донец. // *Аграрная наука, творчество, рост*. 2014. – С. 329–332.
4. Решение систем алгебраических уравнений в среде MATLAB / И.П. Шепеть, С.М. Бражнев, Д.Б. Литвин, Е.Д. Литвина, К.А. Протасов // *Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях*: сб. науч. статей в 2-х ч. по материалам Междунар. науч.-практ. конф.; под общ. науч. ред. д.т.н., проф. В.Е. Жидкова. Ставрополь, 2014. Ч. 1. – С. 158–162.
5. Литвин Д.Б., Цыллакова О.Н., Родина Е.В. Моделирование экономических процессов в пространстве состояний // *Теоретические и прикладные аспекты современной науки*: сб. науч. тр. по материалам Международной науч.-практ. конф. Ставрополь, 2014. – С. 62–66.
6. Метод повышения точности измерения векторных величин / Д.В. Бондаренко, С.М. Бражнев, Д.Б. Литвин, А.А. Варнавский // *НаукаПарк*, 2013. – № 6 (16). – С. 66–69.

7. 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.

8. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Государственное регулирование в системе агробизнеса // *Учетно-аналитические и финансово-экономические проблемы развития региона*: сб. науч. тр. по материалам Ежегодной 76-й науч.-практ. конф. (г. Ставрополь, 24 апреля 2012 г.). – Ставрополь: СтГАУ, 2012. – С. 202–207.

9. Литвин Д.Б., Гулай Т.А., Долгополова А.Ф. Применение операционного исчисления в моделировании экономических систем // *Аграрная наука, творчество, рост*. – 2013. – С. 263–265.

10. 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.

11. Литвин Д.Б., Дроздова Е. А. Математическое моделирование в среде визуального программирования // *Современные наукоемкие технологии*. – 2013. – № 6. – С. 77–78.

12. Литвин Д.Б., Шепеть И.П. Моделирование роста производства с учетом инвестиций и выбытием фондов // *Социально-экономические и информационные проблемы устойчивого развития региона*: Международная науч.-практ. конф., 2015. – С. 114–116.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СФЕРЕ

Бытдаева Ф.А., Рудская Ю.Ю.

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

Мы задались вопросом о возможности использования методов и инструментария математической статистики и теории вероятностей в экономической сфере.

Студенты экономических специальностей при изучении дисциплины «теория вероятностей и математическая статистика» нередко задаются вопросом о возможности использования полученных знаний в реальной жизни и их предстоящей деятельности. Одним из важнейших инструментов эконометрических исследований являются методы математической статистики. Это обусловлено тем, что подавляющее большинство микро- и макроэкономических показателей носит характер случайных величин, предсказание точных значений которых почти не представляется вероятным. Связи между этими параметрами обычно не носят строгий функциональный характер, а допускают присутствие случайных отклонений. Вследствие этого использование аппарата математической статистики в экономике имеет естественный характер. Теория вероятностей – основа вероятностно-статистических методов принятия решений в управлении. Чтобы получить возможность использовать в них математический аппарат, нужно задачи принятия решений выразить в терминах вероятностно-статистических моделей. Применение конкретного вероятностно-статистического метода принятия решений состоит из трех этапов:

– переход от экономических, управленческих и технологических реалий к абстрактной математико-статистической схеме, т.е. создание вероятностной модели управления, технологического процесса, порядка принятия решений, в частности по результатам контроля, основанного на статистических данных.

– проведение расчетов и получение выводов математическими методами в рамках вероятностной модели;

– представление полученных ранее выводов применительно к имеющейся ситуации. Принятие соответствующего решения (например, о соответствии или несоответствии качества продукции и услуг имеющимся стандартам, потребности в корректировке технологического процесса и т.п.), в частности, заключения (о доле единиц продукции в партии, не соответствующих требованиям; о конкретном виде законов распределения контролируемых параметров технологического процесса и др.).

Математическая статистика является практической стороной теории вероятности. Рассмотрим главные вопросы построения вероятностных моделей принятия решений в экономике. Для того чтобы правильно использовать нормативно-технических и методических документов по вероятностно-статистическим методам принятия решений требуется определенная база знаний. А именно: следует знать, при каких условиях следует применять тот или иной документ, какие решения следует принять по результатам обработки имеющихся данных и т.д.

Лишь те инструменты математической статистики, которые опираются на вероятностные модели соответствующих реальных явлений и процессов, могут использоваться для доказательства теорий. Речь идет о моделях потребительского поведения, возможности появления рисков, функционирования технологического оборудования, получения результатов эксперимента и т.п. Вероятностную модель реального явления следует считать построенной, если рассматриваемые величины и связи между ними выражены в терминах теории вероятностей. Соответствие вероятностной модели реальности обосновывают с помощью статистических методов проверки гипотез.

Невероятностные методы обработки данных являются теоретическими, их можно применять лишь при предварительном анализе данных, так как они не дают возможности оценить точность и надежность выводов, полученных на основании ограниченных статистических данных.

Вероятностно-статистические методы можно применить везде, где представляется возможным построить и обосновать вероятностную модель рассматриваемого события или процесса. Их использованием обязательно, когда сделанные на основе выборочных данных выводы переносятся на всю совокупность (например, с выборки на всю партию продукции).

Для того, чтобы нагляднее рассмотреть применение теории вероятностей в экономике, рассмотрим примеры, когда вероятностно-статистические модели являются хорошим способом решения экономических проблем.

Но все это лишь теория, а нам хотелось бы рассмотреть использование методов теории вероятностей и математической статистики на конкретном примере, напрямую связанном с предстоящей деятельностью будущих выпускников-экономистов направления «финансы и кредит».

Рассмотрим пример. Пусть банк выдает кредит в 5 млн руб. сроком на 5 лет. Вероятность невозврата кредита примем равной 5%. Какую процентную ставку необходимо установить банку, чтобы в получить прибыль, не меньше минимальной?

Обозначим ставку, измеряемую в долях от единицы через p . Прибыль банка является величиной случайной, так как кредит вместе с процентами клиентом может быть возвращен, а может и нет. Закон распределения этой случайной величины следующий:

$$p=0,95; q=0,05.$$

Вероятность возврата кредита – 0,95. Оставшиеся 0,05 – это риск того, что кредит не будет возвращен, а банк понесет потери в сумме 5 млн.руб. Для того, чтобы узнать, какую ставку k процента нужно установить, составим неравенство:

$$PC(1+0,01k) - (1-p)C \geq 0,$$

Откуда

$$P(1+0,01k+1) - 1 \geq 0,$$

$$2+0,01k \geq 1/P;$$

$$k \geq (-2+1/P) \times 100;$$

$$k \geq 200(p-1)/p \approx 10,53.$$

То есть, банк должен установить процентную ставку k не меньше 10,53% для того, чтобы свести риски к минимуму.

Инструменты математической статистики применяются не только при кредитовании, но и при страховании. Как известно, наступление страхового случая является случайным событием. Только используя математическую статистику можно провести зависимость между величиной страхового взноса и вероятностью наступления страхового случая. Рассмотрим следующий пример.

Можно в качестве примера привести работу страховых компаний. Пусть страховая компания заключает договоры страхования на один год на сумму L руб. Известно, что страховой случай произойдет с вероятностью p и не произойдет с вероятностью $1-p=q$. Составим закон распределения индикативной случайной величины X .

Таблица 1

0	1
q	p

Здесь, $x=1$ – наступление страхового случая с вероятностью p ; $x=0$ – ситуация, когда страховой случай не наступил, с вероятностью q .

X_i – количество наступивших страховых случаев у i -го страхователя. Обозначим через n количество клиентов, с которыми страховая компания заключила договор.

Таким образом, $MX = p$, $DX = MX_i^2 - (MX)^2 = pq$. Значит, $MX = np$ и $DX = npq$. Из этого следует, что величина X распределена по биномиальному закону. Компания при наступлении страховых случаев обязана будет выплатить страховые возмещения в сумме npL рублей. Для того, чтобы баланс страховой компании оказался хотя бы нулевым, необходимо с каждого получить первоначальный взнос по pL рублей (т.е. 100 p % от L). Но величина страховых возмещений может быть как больше страховых взносов, так и меньше. В первом случае компания останется в убытке, во втором – получит прибыль. Для того, чтобы обезопасить себя, компаниям нужно установить сумму первоначального взноса чуть большей, чем рассчитано. Тогда, пусть \tilde{p} реальная ставка процента, с условием, что $\tilde{p} > p$. Следовательно, компания берет с n клиентов не npL руб., а $n\tilde{p}L$ руб. Эта сумма предназначена для того, чтобы покрыть убытки от наступления страхового случая у $n\tilde{p}$ страхователей. Пусть γ – вероятность того, что страховая компания не получит потерь. В этом случае вероятность наступления не более, чем $n\tilde{p}$ страховых случаев будет равна $P(x < n\tilde{p}) = Z$.

Имеем

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{1}{\sqrt{2\pi npq}} \int_{-\infty}^{\tilde{p}} e^{-\frac{(x-np)^2}{2npq}} dx = \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{n(\tilde{p}-p)}{\sqrt{npq}}} e^{-\frac{(x-np)^2}{2npq}} d\left(\frac{x-np}{\sqrt{npq}}\right) = \\ &= \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{n(\tilde{p}-p)}{\sqrt{npq}}\right), \end{aligned}$$

где Φ – это функция Лапласа. Теперь мы можем определить реальную страховую ставку \tilde{p} . Пусть

$\gamma = 0,99$ (т.е. страховая компания не разорится с вероятностью 99%), $p = 0,01$ и число клиентов $n = 1000$. При помощи таблицы значений функции Лапласа имеем, что

$$\frac{n(p - \tilde{p})}{\sqrt{npq}} = 2,25.$$

Отсюда следует, что $\tilde{p} \approx 0,018$. Таким же способом можно определить оптимальный размер инвестиций, результат которых без статистических исследований вычислить невозможно.

Можно объединить вышеизложенные примеры. Известно, что для того, чтобы избежать убытков, банки при выдаче кредитов приобретают страховые полисы. Как же применить математическую статистику в этом случае?

Пусть банк выдает кредиты по 3 млн руб. под 15% сроком на год. Вероятность того, что кредит не будет возвращен, равна 0,03. Чтобы снизить риски банк покупает страховой полис на каждый из кредитов на L млн. руб., выдавая страховой компании страховую премию в 4%. Оценить среднюю прибыль банка с одного кредита, если $L=3$ (если страховой полис выдан на 3 млн руб.) Обозначим величину

$$D = -0,04L S + X,$$

где $0,04L$ – суммы, выплачиваемые банком страховой компании; X – случайная величина – сумма доходов и убытков кредитующей организации, закон распределения которой выглядит так.

Таблица 2

0,45 млн руб.	$L - 3$ млн руб.
0,97	0,03

Из этого следует, что

$$\begin{aligned} D &= -0,04L + MX = \\ &= -0,04S + 0,45 \cdot 0,97 + 0,03(L - 3) = \\ &= -0,04L + 0,4365 + 0,03L - 0,09 = \\ &= -0,01L + 0,3465. \end{aligned}$$

То есть, при приобретении банком страхового полиса на сумму 3 млн. рублей, прибыль банка составит 0,3165 млн. рублей.

Таким образом, мы выяснили, что аппарат теории вероятностей и математической статистики широко используется во всех областях экономической сферы и является незаменимым средством достижения наибольшей эффективности экономики в целом.

Список литературы

- Литвин Д.Б., Шайтор А.К., Роговая Н.А. Метод коррекции свойств объекта управления // Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем: сб. науч. статей по материалам III Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь: СтГАУ, 2012. – С. 5–8.
- Система контроля условий транспортировки ценных грузов / Д.Б. Литвин, И.П. Шепеть, С.М. Бражнев, К.А. Протасов, Е.Д. Литвина // Экономические, инновационные и информационные проблемы развития региона: сб. науч. статей по материалам Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь: СтГАУ, 2014. – С. 184–186.
- Экономико-математическое моделирование факторов экономического анализа посредством метода линейного программирования / Т.А. Гулай, А.Ф. Долгополова, Д.Б. Литвин, З.Г. Донец // Аграрная наука, творчество, рост. 2014. – С. 329–332.
- Решение систем алгебраических уравнений в среде MATLAB / И.П. Шепеть, С.М. Бражнев, Д.Б. Литвин, Е.Д. Литвина, К.А. Протасов // Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях: сб. науч. статей в 2-х ч. по материалам Междунар. науч.-практ. конф.; под общ. ред. д.т.н., проф. В.Е. Жидкова. – Ставрополь, 2014. Ч. 1. – С. 158–162.
- Литвин Д.Б., Цыплакова О.Н., Родина Е.В. Моделирование экономических процессов в пространстве состояний // Теоретические

и прикладные аспекты современной науки: сб. науч. тр. по материалам Международной науч.-практ. конф. Ставрополь. – 2014. – С. 62–66.

6. Метод повышения точности измерения векторных величин / Д.В. Бондаренко, С.М. Бражнев, Д.Б. Литвин, А.А. Варнавский // НаукаПарк. 2013. – № 6 (16). – С. 66–69.

7. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Анализ и оценка приоритетности разделов математических дисциплин, изучаемых студентами экономических специальностей аграрных вузов // Вестник АПК Ставрополья. 2013. – № 1 (9). – С. 6–10.

8. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Государственное регулирование в системе агробизнеса // Учетно-аналитические и финансово-экономические проблемы развития региона: сб. науч. тр. по материалам Ежегодной 76-й науч.-практ. конф. (г. Ставрополь, 24 апреля 2012 г.). – Ставрополь: СтГАУ, 2012. – С. 202–207.

9. Литвин Д.Б., Гулай Т.А., Долгополова А.Ф. Применение операционного исчисления в моделировании экономических систем // Аграрная наука, творчество, рост. – 2013. – С. 263–265.

10. 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.

11. Литвин Д.Б., Дроздова Е. А. Математическое моделирование в среде визуального программирования // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 6. – С. 77–78.

12. Литвин Д.Б., Шепеть И.П. Моделирование роста производства с учетом инвестиций и выбытием фондов // Социально-экономические и информационные проблемы устойчивого развития региона: Международная науч.-практ. конф., 2015. – С. 114–116.

ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Васильева В.А., Максимова Е.В.

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

В современных рыночных условиях функционирования экономики широкое применение получили различные математические методы моделирования. Объясняется это тем, что математические методы прочно утвердились в любой экономической науке, в силу того, что их использование способно открыть новые дополнительные возможности в экономической практике и теории. Любой современный экономист обязан разбираться в экономико-математических методах, так как именно знание математических моделей способствует лучшему пониманию причин возникновения различных экономических ситуаций, а также позволяет осознать и сопоставлять возникающие закономерности и правильно прогнозировать последствия принимаемых экономических решений. Применение математических методов подразумевает использование линейных моделей математического программирования.

Линейное программирование – это сектор математики, который занимается разработкой теории и численных методов решения задач по определению экстремума линейной функции множества переменных при наличии определенных линейных ограничений, связывающие данные переменные. Актуальность и значимость линейного программирования заключается в его способности решить широкий круг вопросов и проблем экономики по поиску наилучшего решения данных проблем. В частности линейное программирование используется в таких сферах, как планирование товароснабжения города (района), планирование производства предприятия, планирование товарооборота, оптимальной нагрузки оборудования и так далее.

Задача линейного программирования заключается в нахождении максимума или минимума линейной функции

$$F = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_jx_j + c_nx_n \rightarrow \max(\min) \quad (1)$$

при существующих ограничениях

Из условия задачи определяем цель, в нашем случае это достижение максимальной прибыли в ходе реализации производимого продукта. Для того чтобы рассчитать объем прибыли от продажи конфет, необходимо знать объемы производства, то есть x_1 и x_2 (т) конфет обоих видов, а также оптовые цены. Согласно приведенным в табл. 1 данным, прибыль от реализации конфет «Любимые» равна $156 x_1$ тыс. руб. в месяц, а от реализации конфет «Пчелка» – $168 x_2$ тыс. руб. в месяц. Благодаря данным значениям можем записать целевую функцию:

$$F = 156 x_1 + 168 x_2 \rightarrow \max \text{ (тыс. руб./мес.)}$$

Ограничения заключаются в следующем:

Объемы производства конфет не могут быть отрицательными;

Затраты временных ресурсов каждого цеха не могут быть больше месячного лимита времени по отдельно взятому цеху;

Согласно результату ожидаемого спроса объем изготавливаемых конфет не должен превышать 15 тон для вида «Любимого» и 12 тон – для «Пчелки».

То есть все ограничения можно подразделить на три вида: временные затраты; неотрицательность объемов изготавливаемой продукции; рыночный спрос на конфеты;

Запишем все ограничения в математическом виде:

Левая часть ограничений представляет собой время, затраченное каждым цехом на производство конфет в течение месяца в количестве x_1 и x_2 тонн. Правая же часть состоит из временных ресурсов (лимита времени) рабочего времени каждого цеха. Соответственно, ограничение по цехам имеет вид:

$$2x_1 + 7x_2 \leq 66 \text{ (ч/мес.);}$$

$$3x_1 + 5x_2 \leq 45 \text{ (ч/мес.);}$$

$$2x_1 + 4x_2 \leq 58 \text{ (ч/мес.);}$$

$$1x_1 + 6x_2 \leq 72 \text{ (ч/мес.)}$$

Неотрицательность объемов изготавливаемой продукции определяется как:

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

Ограничения по объему производства конфет, исходя из рыночного спроса, имеют вид:

$$x_1 \leq 15, x_2 \leq 12.$$

Обобщая вышеизложенное, математическая модель задачи линейного программирования будет иметь следующий вид:

$$F = 156 x_1 + 168 x_2 \rightarrow \max ,$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 7x_2 \leq 66; \\ 3x_1 + 5x_2 \leq 45; \\ 2x_1 + 4x_2 \leq 58; \\ 1x_1 + 6x_2 \leq 72; \\ x_1 \leq 15; \\ x_2 \leq 12 \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

Подводя итог, необходимо отметить особую роль линейного программирования в математических мо-

делях, так как именно оно способствует наиболее эффективному принятию оптимального решения в серьезных экономических проблемах.

Список литературы

1. Литвин Д.Б., Цыплакова О.Н., Родина Е.В. Моделирование экономических процессов в пространстве состояний // Теоретические и прикладные аспекты современной науки: сборник статей Международной научно-практической конференции / Отв. за вып. А.Г. Иволга; ФБГОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», 2014. – С. 62-66.

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. Долгополова А.Ф., Мелешко С.В., Цыплакова О.Н. Применение анализа чувствительности модели при восстановлении финансового равновесия предприятия // Аграрная наука Северо-Кавказскому федеральному округу: Сборник научных трудов по материалам 80-й Ежегодной научно-практической конференции / Ставропольский государственный аграрный университет; редколлегия: Е.И. Костюкова, М.Г. Лещева, А.Н. Герасимов, Ю.М. Склярова, Н.В. Кулиш, И.И. Глотова, Д.Б. Литвин, А.В. Фролов. – 2015. – С. 98-103.

МОДЕЛЬ ЛЕОНТЬЕВА МНОГООТРАСЛЕВОЙ ЭКОНОМИКИ

Галаян Ю.В., Манелов Н.Л.

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

Балансовый анализ преследует цель увеличения эффективности ведения многоотраслевого хозяйства, отвечает на вопрос, какой объем продукции должна производить каждая из n отраслей, чтобы этот объем удовлетворял все потребности в производимой продукции. В макроэкономике это достаточно сложная проблема, если учитывать тот факт, что каждая отрасль выступает и в роли производителя, и в роли потребителя продукции, произведенной и в своей отрасли, и в других отраслях. Для решения этой задачи существуют таблицы межотраслевого баланса. И только в 1936 году Василием Васильевичем Леонтьевым, знаменитым американским экономистом, была создана математическая модель, позволяющая анализировать эти таблицы, – модель многоотраслевой экономики.

Допустим, что рассматривается конечное количество n отраслей, и каждая производит свой определенный товар. Часть произведенного идет на удовлетворение внутренних потребностей отрасли и внутрипроизводственного потребления другими отраслями, а часть – на личное и общественное потребление вне производственной сферы.

Пусть x_i – это валовой (общий) объем продукции, производимый i -й отраслью, x_{ij} – это объем продукции, произведенной i -й отраслью и потребляемой j -й отраслью при производстве продукции объемом x_j , а y_i – это объем продукции, произведенной i -й отраслью для непроизводственного потребления (продукт конечного потребления).

Так, балансовый принцип связи отраслей производства заключается в том, что количество продукции, произведенной i -й отраслью, должно быть равно количеству продукции, потребляемой в производственной и непроизводственной сферах в сумме. Из-за этого уравнение соотношения баланса в форме простого сложения (гипотеза линейности) выглядит так:

$$x_i = x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in} + y_i$$

где $i = 1, 2, \dots, n$

Далее Леонтьев замечает, что отношение x_{ij} к x_j меняется мало из-за того, что технология производства не меняется, то есть отношение потребляемого j -й отраслью объема продукции в процессе производства к объему произведенной ею продукции является технологической константой, обозначаемой a_{ij} и называемой коэффициентом прямых затрат:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j},$$

где $i, j = 1, 2, \dots, n$.

Следовательно: $x_{ij} = a_{ij}x_j$, где $i, j = 1, 2, \dots, n$.

Тогда это уравнение мы можем записать в виде системы уравнений для n конечного количества отраслей:

$$\begin{cases} x_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + y_1 \\ x_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + y_2 \\ \dots \\ x_n = a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n + y_n \end{cases}$$

Введем к рассмотрению матрицы, где X – вектор валового (общего) производства, Y – вектор конечного потребления, а A – матрица прямых затрат:

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix}; A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}.$$

Тогда система уравнений принимает вид:

$$X = AX + Y;$$

$$Y = (E - A)X;$$

$$X = (E - A)^{-1} Y = SY.$$

где S – матрица полных затрат, а s_{ij} – объем валового (общего) производства i -ой отрасли, необходимый для производства единицы конечного продукта j -й отрасли.

И тогда цель межотраслевого баланса заключается в нахождении вектора валового (общего) производства X при известных постоянных значениях прямых затрат A и определенном необходимом векторе конечного потребления Y .

Но модель Леонтьева считается продуктивной только тогда, когда матрица A является продуктивной. Матрица A является продуктивной тогда и только тогда, когда матрица S существует и ее элементы неотрицательны. Также матрица A считается продуктивной, если все ее элементы неотрицательны и сумма элементов любого ее ряда не превышает 1.

Рассмотрим модель Леонтьева на простом примере, где $n=2$ (две отрасли производства). В таблице приведены данные.

Отрасль	Потребляющие отрасли		Конечный продукт	Валовый (общий) выпуск
	Энергетика	Машиностроение		
Энергетика	3	8	89	100
Машиностроение	5	7	88	100

Из данных таблицы следует:

$$x_1 = 100; x_2 = 100; x_{11} = 3; x_{12} = 8; x_{21} = 5;$$

$$x_{22} = 7; y_1 = 89; y_2 = 88.$$

По формуле находим коэффициенты прямых затрат и составляем матрицу A :

$$a_{11} = \frac{3}{89} = 0,03; a_{12} = \frac{8}{88} = 0,09;$$

$$a_{21} = \frac{5}{89} = 0,05; a_{22} = \frac{7}{88} = 0,07;$$

$$A = \begin{pmatrix} 0,03 & 0,09 \\ 0,05 & 0,07 \end{pmatrix}.$$

Заметим, что матрица A является продуктивной. Далее найдем матрицу полных затрат:

$$S = (E - A)^{-1} = \frac{\overline{(E - A)}}{|E - A|},$$

$$E - A = \begin{pmatrix} 0,97 & -0,09 \\ -0,05 & 0,93 \end{pmatrix};$$

$$|E - A| = 0,9021 - 0,0045 = 0,8976;$$

$$\overline{(E - A)} = \begin{pmatrix} 0,93 & 0,09 \\ 0,05 & 0,97 \end{pmatrix}.$$

Следовательно,

$$S = \frac{1}{0,8976} \begin{pmatrix} 0,93 & 0,09 \\ 0,05 & 0,97 \end{pmatrix}.$$

Зная по условию вектор Y конечного продукта, найдем вектор X валового (общего) производства

$$Y = \begin{pmatrix} 178 \\ 88 \end{pmatrix};$$

$$\begin{aligned} X &= \frac{1}{0,8976} \begin{pmatrix} 0,93 & 0,09 \\ 0,05 & 0,97 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 178 \\ 88 \end{pmatrix} = \\ &= \frac{1}{0,8976} \begin{pmatrix} 173,46 \\ 94,26 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 193,2 \\ 105,0 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

Мы получили результат, согласно которому производство в энергетической отрасли нужно увеличить до 193,2 условных единиц, а в машиностроительной – до 105 условных единиц.

Список литературы

1. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Совершенствование математической подготовки студентов аграрных вузов // Инновационные векторы современного образования. – 2012. – С. 11-16.
2. Мелешко С.В., Невидомская И.А., Гулай Т.А. Самостоятельная работа студентов и ее организация при изучении теории вероятностей. – 2014. – С. 246-251.
3. 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 Сборник научных трудов по материалам IV Международной научно-практической конференции / Отв. за вып. Т.А. Башкатова, 2014. – С. 329-332.
4. Абросимова М.В. Межстрановая предпринимательская деятельность в условиях глобализации. – 2012. – № 24 (222). – С. 33-38.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДЕЛОВ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ

Галаян Д.В., Онищенко Л.И., Гулай Т.А.

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

Понятие предела несомненно занимает ключевое место в математике. Оно является основным понятием математического анализа, без которого невозможны многие экономические расчеты. Представление о понятии предела является очень древним, основанным на эмпирических исследованиях, а современная теория – результат систематизации и эволюции этих представлений. Такие математики древности, как Ев-

клид и Аристотель, выдвигали идею существования предела. Но лишь спустя несколько столетий Ньютон обратил внимание на эту идею и ввел термин *limes* (предел).

Определение предела последовательности

Число a называется пределом последовательности y_1, y_2, \dots, y_n , если по мере возрастания номера n член y_n неограниченно приближается к a :

$$\lim_{n \rightarrow \infty} y_n = a.$$

Теория пределов часто используется в различных экономических вычислениях, например, в подсчитывании сложных процентов.

В основном практических расчетах применяют дискретные проценты (начисляемые с определенной периодичностью). Время – дискретная переменная. В некоторых случаях возникает необходимость в применении непрерывных процентов (например, в доказательствах расчетов, в которых происходят непрерывные процессы). Рассмотрим формулу сложных процентов

$$S = P(1+i)^n,$$

где P – первоначальная сумма; i – ставка процентов (десятичная дробь); S – сумма, которая образовалась к концу срока ссуды в конце n -го года.

Пример. Найти прибыль от 30000 долларов, положенных на депозит на 3 года под 10% годовых, если в конце каждого года проценты добавлялись к депозитному вкладу.

Решение. Используем формулу для вычисления сложных процентов:

$$3000 \left(1 + \frac{10\%}{100\%}\right)^3 = 30000 \cdot 1,1^3 = 39930 \text{ долл.}$$

В данном случае прибыль будет равна:

$$39930 - 30000 = 9930 \text{ долл.}$$

Ответ: 9930 долл.

Зачастую в финансовой практике возникают задачи, обратные определению наращенной суммы: по заданной сумме, которую следует уплатить через некоторое время, необходимо определить сумму полученной ссуды. Имеем:

$$P = \frac{S}{(1+i)^n} \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} P = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{S}{(1+i)^n},$$

где S – заданная сумма; n – время; P – полученная ссуда.

Следовательно, при очень больших сроках платежа сумма последнего будет крайне незначительна. В финансово-кредитных операциях непрерывные процессы наращивания денежных сумм почти не используются, однако при выборе и обосновании инвестиционных решений они необходимы (многие экономические явления по своей природе непрерывны). Разновидность формулы сложных процентов в случае, когда проценты начисляются m раз в году:

$$S = \left(1 + \frac{i}{m}\right)^{mn},$$

где m – число периодов начисления в году, i – годовая ставка.

Логично, что чем больше m , тем меньше n между моментами начисления процентов. В пределе при $m \rightarrow \infty$ имеем:

$$\bar{S} = \lim_{m \rightarrow \infty} P \left(1 + \frac{i}{m}\right)^{mn} = P \lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{i}{m}\right)^m^n.$$

Так как $\lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{i}{m}\right)^m = e^i$, то $\bar{S} = Pe^{in}$.

Чтобы было возможно отличать ставки непрерывных и дискретных процентов, непрерывную ставку обозначим δ , тогда $\bar{S} = Pe^{\delta n}$.

Пределы так же применяются при использовании производной в экономике. Если функция $u=u(t)$ – объем произведенной продукции за время t , то производная $u'(t_0)$ есть производительность труда в момент времени t_0 . Если $y=f(x)$ – издержки производства при производстве единиц продукции, то производная $y'=f'(x_0)$ выражает предельные издержки производства и характеризует приближенно дополнительные затраты на производство дополнительной продукции. Также существуют другие величины, характеризующие предельные процессы выручки, дохода, продукта, полезности, производительность и т.д.

Если предельные издержки и цена продукции равны, то в таких случаях говорят, что выпуск продукции является оптимальным для производителя.

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = f'(x) = p,$$

где Δy – изменение денежных единиц, Δx – изменение выпуска продукции, p – цена продукции.

Рассмотрим соотношение между предельным и средним доходами. Пусть p – цена, а q – количество продукции, тогда $r = pq$, где r – суммарный доход.

Рассмотрим монополичный рынок (на цену влияет одна фирма (иногда несколько): пусть $p=aq+b$ – кривая спроса, тогда $r=(aq+b)q=aq^2+bq$ – суммарный

доход, $r_{cp} = \frac{r}{q} = aq + b$ – средний доход, $r'_q = 2aq + b$ –

предельный доход. В таких условиях действует следующая закономерность: чем большее количество продукции продано, тем предельный доход ниже, а значит и средний доход уменьшается.

В условиях свободного конкурентного рынка товары продают по фиксированной цене ($p=b$), тогда $r = bq$ – суммарный доход, $r'_{cp} = b$ – предельный доход,

$r_{cp} = \frac{r}{q} = b$ – средний доход. Значит, при совершенной

конкуренции предельный и средний доходы совпадают.

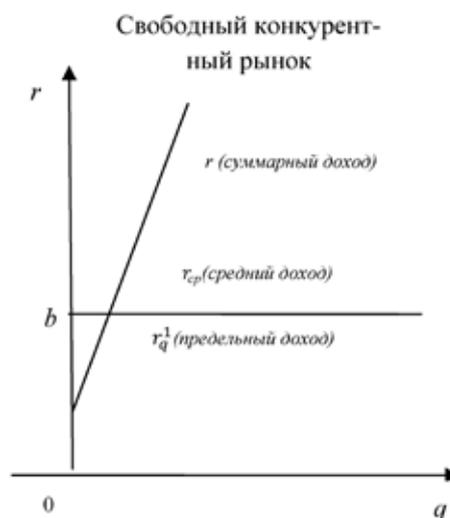
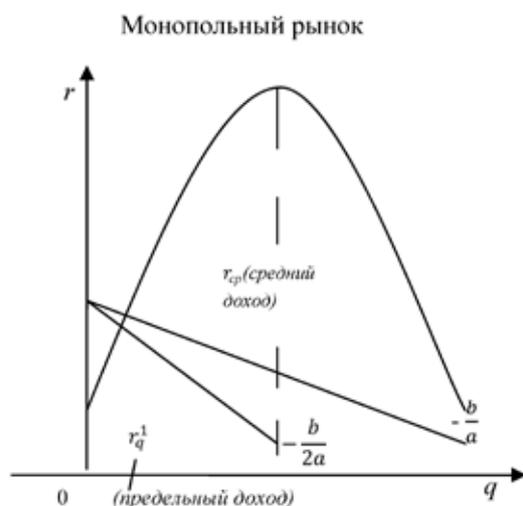
От 0 до $-\frac{b}{2a}$ эластичный спрос, от $-\frac{b}{2a}$ до $-\frac{b}{a}$ –

неэластичный спрос.

Эластичностью функции $E_x(y)$ называется предел отношения относительного приращения функции y к относительному приращению переменной x при $\Delta x \rightarrow 0$:

$$E_x(y) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta y}{y} : \frac{\Delta x}{x} \right) = \frac{x}{y} \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{x}{y} y'.$$

Эластичность функции приближенно показывает, на сколько процентов изменится функция $y=f(x)$ при изменении переменной x на 1% (другими словами, эластичность показывает, на сколько процентов в среднем произойдет изменение спроса при изменении цены на 1%). Если модуль найденной эластичности больше единицы, то спрос эластичный ($|E_x(y)| > 1$); если меньше либо равен единице, тогда спрос называют неэластичным ($|E_x(y)| \leq 1$); если равен единице, то говорят о спросе с единичной эластичностью $|E_x(y)| = 1$.



При $p = p(q)$ — произвольной кривой спроса, предельный доход (r'_q) равен:

$$r'_q = r'_q = (pq)'_q = p \left(1 + \frac{q}{p} p'_q \right) = p(1 + E_q(p)),$$

или иначе

$$r'_q = p \left(1 - \frac{1}{|E_q(p)|} \right) \text{ так как } E_p(q) < 0.$$

С возрастанием цены p суммарный доход от продажи продукции увеличивается (при эластичном спросе ($|E_x(q)| < 1$, то $r'_q < 0$)) или уменьшается (при неэластичном спросе ($|E_x(q)| > 1$, то $r'_q > 0$)).

Пример: даны функции спроса $q = \frac{p+8}{p+2}$ и предложения $s = p + 0,5$, где p — цена товара, q — количество покупаемого товара (спрос), а s — количество предлагаемого товара (предложение). Найти рыночную цену и эластичность спроса и предложения для этой цены.

Решение. Рыночную цену найдем с помощью равенства q ис:

$$\frac{p+8}{p+2} = p+5 \Rightarrow p = 2 \text{ (ден. ед.)}$$

Эластичность спроса и предложения найдем по формуле

$$E_p(q) = -\frac{6p}{(p+2)(p+8)} -$$

эластичность предложения, $E_p(s) = \frac{2p}{2p+1}$ — эластичность предложения.

Т.к. $p = 2$, то $E_{p=2}(q) = -0,3$, а $E_{p=2}(s) = 0,8$. Значит, спрос и предложение на этот товар при рыночной цене являются неэластичными: при увеличении цены на 1% спрос уменьшится на 0,3%, а предложение возрастет на 0,8%.

В ходе работы показана актуальность теории пределов при нахождении показателей в различных экономических ситуациях. Следовательно, теория пределов играет важную роль не только в математике, но и в экономике.

Список литературы

1. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. — М.: АСТ: Астрель, 2006. — 301 с.

2. Кремер Н.Ш., Путко Б.А., Тришин И.М. Математика для экономистов: от арифметики до эконометрики. — М., 2007. — 145-187 с.
 3. Музенитов Ш.А., Синельников М.Б., Музенитов Э.Ш. Математическая экономика. — Ставрополь, 2003. — 11-75 с.
 4. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Совершенствование математической подготовки студентов аграрных вузов // Инновационные векторы современного образования, 2012. — С. 11-16.
 5. 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: Сборник научных трудов по материалам IV Международной научно-практической конференции / Отв. за вып. Башкатова Т.А., 2014. — С. 329-332.
 6. 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.

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКИ ПРИ РЕШЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Герасимова А.С.

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

Дискретная математика или дискретный анализ — направление в математике, соединяющее отдельные ее сегменты, ранее сформировавшиеся как самостоятельные теории. К ним можно отнести математическую логику и теорию множеств, графов, кодирования, автоматов. Дискретная математика исследует объекты, чаще всего не имеющие ни физической, ни числовой интерпретации. В классической математике закономерности можно представить соотношений, а характеристики реальных объектов можно представить в виде чисел. В отличие от настоящих характеристик информационных объектов могут послужить такие понятия, как «структура», «отношение», «связь». Чаще всего объекты информатики рассматриваются в виде некоторых знаков, над которыми можно произвести различные операции.

В данное время в обществе возникают разногласия, не позволяющие методами классической высшей математики моделировать интеллектуальные и кибернетические системы. Следовательно, появилась дискретная математика, которая работает для описания основных систем информационного периода. Дискретная математика является основой проектирования цифровых электронных устройств. Первостепенные приложения дискретной математики в данной области будут связаны с именами К.Э. Шеннона, В.А. Котель-

никова, В.И. Шестакова. Появление математической теории управляющих систем приводит к развитию более новых разделов дискретной математики, таких как: теория сложности, теория надежности схем, теория автоматов и многих других. Большой вклад в дискретную математику сделали С.В. Яблонский, Дж. фон Нейман, А.А. Ляпунов, О.Б. Лупанов.

В экономике присутствует огромное количество отраслей, использующие способы дискретной математики. К ним можно отнести эконометрику, логистику, и математическое моделирование. Таким способом, в эконометрике булевы переменные применяют в исследовании регрессионной модели с переменными структурами и в построениях регрессионной модели по неоднородным данным. В таком случае мы рассматриваем только единственное уравнение регрессии, куда вводят булевы переменные, характеризующие факторы подлежащие изменению. Этот способ благоприятен для того, чтобы выявить зависимость модели от различных факторов. Теория графов обширно применяется в логистике для описания потоков, задания маршрутов. Например, схему дорог будет удобно предложить в виде ориентированного графа, и известными нам способами мы сможем выбрать наиболее короткую дорогу. В наше время, прокладывая маршрут, надо брать и пропускную способность магистралей, интерпретируя маршруты в графы, возможно, получать экономически выгодные решения. С помощью теории нечетких множеств, методом нечеткого предпочтения, мы выбираем конкурентоспособный продукт или услугу. Поэтому данная теория используется в маркетинге, при исследовании рынка всевозможных финансовых благ.

Нам дана задача. Расстояние между городами Буденовском и Георгиевском 6 км, между Буденовском и Эссентуки – 7 км, между Буденовском и Железноводском – 20 км, между Буденовском и Кисловодском – 12 км, между Буденовском и Пятигорском – 10 км. Расстояние между Георгиевском и Эссентуками составляет 5 км, между Георгиевском и Железноводском – 7 км, между Георгиевском и Кисловодском – 9 км, между Георгиевском и Пятигорском – 16 км. Расстояние между Эссентуками и Железноводском – 4 км, между Эссентуками и Кисловодском – 10 км, между Эссентуками и Пятигорском – 12 км. Расстояние между Железноводском и Кисловодском 3 км, между Железноводском и Пятигорском расстояние в 15 км. Расстояние между Кисловодском и Пятигорском будет составлять 6 км, между Кисловодском и Пятигорском – 4 км, между Пятигорском и Эссентуками – 11 км, между Пятигорском и Кисловодском – 21 км. Так как Николаю надо побывать во всех 6 городах по одному разу, возвратиться в начальный пункт, тонужно найти маршрут, при котором расстояние в сумме будет минимальным.

Эту задачу можно решить венгерским способом, способом совершенного пар о сочетания.

$$Z_1 = \begin{pmatrix} - & 6 & 7 & 20 & 12 & 10 \\ 6 & - & 5 & 7 & 9 & 16 \\ 7 & 5 & - & 4 & 10 & 12 \\ 20 & 7 & 4 & - & 3 & 15 \\ 2 & 9 & 10 & 6 & - & 4 \\ 10 & 16 & 11 & 15 & 21 & - \end{pmatrix}.$$

Составленная матрица Z будет отображать расстояние между городами, где Z_{ij} – дистанция между городом i и городом j ($i \neq j$), в случае $i = j$ поставим – так как дорога не будет существовать.

Данная матрица построена с целью получения в каждой строке и столбце не менее одного наиболее краткого пути. Для этого в каждой строке матрицы Z от каждого элемента будет отниматься минимальное значение элемента данной строки:

$$Z_2 = \begin{pmatrix} - & 0 & 1 & 14 & 6 & 4 \\ 1 & - & 0 & 2 & 4 & 11 \\ 3 & 1 & - & 0 & 6 & 8 \\ 7 & 4 & 1 & - & 0 & 12 \\ 8 & 5 & 6 & 2 & - & 0 \\ 0 & 6 & 1 & 5 & 11 & - \end{pmatrix}.$$

Вычисляем коэффициент приведения, который равен сумме всех минимальных элементов матрицы Z , вычитаемые из строк и столбцов:

Коэффициент приведения равен

$$6+5+4+3+4+10=32.$$

Рассчитываются коэффициенты значимости для каждого занулившегося элемента, где Z_{ij} – элемент приведенной матрицы.

$$K_{ij} = \min_i Z_{ij} + \min_j Z_{ij}.$$

Коэффициенты значимости примут значения:

$$K_{1,2} = 1+1 = 2, \quad K_{2,3} = 2, \quad K_{3,4} = 1+2 = 3,$$

$$K_{4,5} = 5, \quad K_{5,6} = 2, \quad K_{5,6} = 2+4 = 6.$$

Из данной матрицы нам нужно убрать строку и столбец, содержащий элемент с максимальным коэффициентом значимости. В этом случае этим элементом будет являться $Z=5,6$: коэффициент значимости равен 6. Для элемента $Z=5,6$ установим значение 1, то есть $a_{5,6} = 1$.

$$Z_3 = \begin{pmatrix} - & 0 & 1 & 14 & 6 \\ 1 & - & 0 & 2 & 4 \\ 3 & 1 & - & 0 & 6 \\ 7 & 4 & 1 & - & 0 \\ 0 & 6 & 1 & 5 & - \end{pmatrix}.$$

Коэффициенты значимости:

$$K_{1,2} = 2, \quad K_{2,3} = 2, \quad K_{4,5} = 5, \quad K_{6,1} = 2,$$

$$K_{3,4} = 3, \quad Z_{4,5} = 1.$$

$$Z_4 = \begin{pmatrix} - & 0 & 1 & 14 \\ 1 & - & 0 & 2 \\ 3 & 1 & - & 0 \\ 0 & 6 & 1 & - \end{pmatrix}.$$

Коэффициент значимости:

$$K_{1,2} = 2, \quad K_{6,1} = 2, \quad K_{3,4} = 3, \quad K_{2,3} = 2, \quad Z_{4,5} = 1.$$

$$Z_5 = \begin{pmatrix} - & 0 & 1 \\ 1 & - & 0 \\ 0 & 6 & - \end{pmatrix}$$

Коэффициент значимости:

$$K_{1,2} = 7, \quad K_{6,1} = 7, \quad K_{2,3} = 2, \quad K_{2,3} = 2, \quad a_{1,2} = 2,$$

$$Z_{6,1} = 1, \quad Z_{2,3} = 1.$$

Таким образом, в маршрут вошли ребра: {Кисловодск, Пятигорск}, {Железноводск, Кисловодск}, {Ессентуки, Железноводск}, {Буденновск, Георгиевск}, {Пятигорск, Буденновск}, {Георгиевск, Ессентуки}. Все городаобъединились.

Протяженность составляет $w(\{Кисловодск, Пятигорск\}) + w(\{Железноводск, Кисловодск\}) + w(\{Ессентуки, Железноводск\}) + w(\{Буденновск, Георгиевск\}) + w(\{Георгиевск, Ессентуки\}) = 4 + 3 + 4 + 6 + 10 + 5 = 32$.

Дорога Николая пройдет по следующему маршруту: {Буденновск, Георгиевск}, {Георгиевск, Ессентуки}, {Ессентуки, Железноводск}, {Железноводск, Кисловодск}, {Кисловодск, Пятигорск}, {Пятигорск, Буденновск}, и с возвращением домой в Буденновск составит $32 + 10 = 42$ км.

Список литературы

1. Исследование операций (учебное пособие) / Р.В. Крон, С.В. Попова, Е.В. Долгих, Н.Б. Смирнова // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 11-1. – С. 118–119.
2. Немцова А.В., Попова С.В. Применение средств матричной алгебры для решения задач экономического содержания // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 171–172.
3. Попова С.В., Смирнова Н.Б. Элементы алгоритмизации в процессе обучения математике в высшей школе // Современные проблемы развития экономики и социальной сферы: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Ставропольского государственного аграрного университета. Ответственный редактор: Н.В. Кулиш. 2005. – С. 526–531.
4. Попова С.В., Колодяжная Т.А. Применение алгоритмов при обучении математике в вузе // Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем / Даугавпилсский университет, Латвия, Европейский Союз, Белорусский государственный университет, Беларусь, Днепропетровский университет экономики и права, Украина, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Россия, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Северо-Кавказский государственный технический университет, Ставропольский государственный университет, Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь, 2011. – С. 278–281.
5. Смирнова Н.Б., Попова С.В. Модели, подходы к классификации моделей // Экономика регионов России: анализ современного состояния и перспективы развития: сборник научных трудов по материалам Ежегодной 69-й научно-практической конференции, посвященной 75-летию СтГАУ / Ответственный редактор: Кулиш Н.В., 2005. – С. 181–185.
6. Математика (учебное пособие) / Р.В. Крон, С.В. Попова, Е.В. Долгих, Н.Б. Смирнова // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 11-1. – С. 114–115.
7. Одукалец А.А., Хорошман П.А. Применение методов дискретной математики в экономике // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3-4. – С. 475–477.
8. 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.
9. Борисов С.А., Плеханова А.Ф. Применение инновационных математических методов в социально-экономическом прогнозировании // Труды НИТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2012. – № 2 (95). – С. 258–264.
10. Зепнова Н.Н., Кузьмин О.В. Применение методов дискретной математики при решении логических задач // Омский научный вестник. – 2014. – № 2 (130). – С. 14–17.
11. Карнаухова А.А., Долгополова А.Ф. Использование теории графов при решении задач в экономике // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3-4. – С. 468–469.
12. 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. 145–148.
13. Попова С.В. Формирование алгоритмической культуры у студентов на занятиях по математике // Экономика регионов России: анализ современного состояния и перспективы развития: Сборник научных трудов по материалам ежегодной 68-й научно-практической конференции / Ответственный редактор Кулиш Н.В., 2004. – С. 423–426.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ТЕОРИИ ГРАФОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Гурова Д.Г.

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

Теория графов – это раздел дискретной математики, который изучает характеристики графов. Она имеет очень широкое практическое применение. За-

частую, задачи, которые возникают в экономике, химии, электротехнике, планировании транспортных перевозок, управлении предприятием, торговле и образовании, можно сформулировать как задачу теории графов.

Теория графов также находит свое приложение, к примеру, в геоинформационных системах (ГИС). Дома, которые уже существуют и те, что вновь проектируются, здания, улицы и тому подобное, рассматривают как вершины, а дороги, которые их соединяют, инженерные сети, провода электропередачи и тому подобное – как ребра. Использование разнообразных расчетов, которые производят на таких графах, дает возможность поиска кратчайшего объездного пути или ближайшего продуктового магазина, составить план оптимального маршрута.

Граф (в широком смысле) – это множество узлов или вершин, которые соединены ребрами. Граф состоит из двух компонентов: вершин и дуг, которые соединяют между собой данные вершины.

При представлении графов зачастую применяется такая совокупность обозначений:

- всякой вершине соотносится точка на плоскости,
- если между вершинами имеется ребро, то такие точки соединяют отрезком или стрелкой.

Для графа, который изображен на рис. 1:

- кружочки *A, B, C, D, E* – вершины графа;
- линии *a, b, c, d, e, f, g* – дуги.

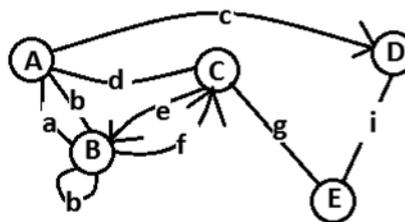


Рис. 1. Составные части графа

Алгоритмы, которые предназначены для выполнения задачи оптимизации, как правило, представляют собой последовательность шагов, и на каждом из них имеется множество выборов. Так называемый «жадный» алгоритм позволяет сделать выбор, который кажется наилучшим в данное время. То есть проводится локально оптимальный выбор, считая, что это приведет к оптимальному решению глобальных задач. Жадный алгоритм во многих задачах приводит к нужному результату, хотя и не всегда приводит к оптимальному решению. Жадные алгоритмы обладают необходимой мощностью, и подходят для решения довольно-таки большого круга задач.

К жадным методам относят алгоритм, построенный на графах, изобретенный нидерландским ученым Эдсгером Дейкстрой в 1959 году. Алгоритм Дейкстры – это алгоритм, применяемый для поиска самого кратчайшего пути от одних вершин графа до других. Алгоритм можно использовать только для тех графов, чьи ребра не имеют отрицательного веса.

Фирме, осуществляющей перевозку скоропортящегося товара, дано задание на доставку товара из Ставрополя в Буденновск, при этом существует несколько путей, по которым возможно доставить товар. Расстояние между городом Ставрополь и селом К. – 26 километров, между г. Ставрополем и селом П. – 19 километров, между г. Ставрополем и селом Р. – 86 километров. Между сёлами К. и Д. – 16 киломе-

тров, между сёлами К. и Л. – 66 километров. Между селом П. и городом Н. составляет 4 километра, между сёлами П. и В. – 51 километр. Между сёлами Д. и В. – 21 километр. Между городом Н. и селом М. – 19 километр. Между сёлами М. и Л. – 24 километра, между сёлами М. и В. – 34 километра. Между сёлами Л. и А. – 13 километров, между сёлами Л. и Ж. – 43 километра. Между сёлами А. и Б. – 25 километров. Между сёлами Ж. и Р. – 31 километр, между сёлами Ж. и Б. – 44 километра. Между сёлами Б. и Р. – 22 километра. Между сёлами В. и Ж. – 9 километров. Необходимо найти самый короткий путь из Ставрополя в Буденновск.

Построим граф G , где город Ставрополь обозначим буквой С, Буденновск – Б. Оставшиеся пункты маршрута обозначим соответственно буквами Л, П, Р, Д, Л, Н, М, В, А, Ж, Б. Каждому ребру графа сопоставим числа, которые будут равны расстоянию между пунктами. Необходимо найти наикратчайший путь.

Метод Дейкстры позволяет найти наикратчайший маршрут между необходимыми вершинами в графе. Значит, можно использовать данный алгоритм, для решения данной экономической задачи.

Рассмотрим вершины, которые являются смежными с вершиной Б.

Для этого назначаем им временные ярлыки:

$$Y(K)=26, Y(\Pi)=19, Y(P)=86.$$

Необходимо выбрать вершину с наименьшим ярлыком – это вершина П, и её ярлык считают постоянным, то есть $Y(\Pi)=19$.

При повторении этого процесса для вершины П, вершинам присваивают временные ярлыки: $Y(H)=4, Y(B)=51$.

Выбирая из всех временных ярлыков, минимальным будет являться $Y(H)=4$. Этот ярлык устанавливается постоянным.

С вершиной Н считается смежной только вершина М, тогда $Y(M)=19$.

При повторении этого процесса для вершины М, вершинам присваивают временные ярлыки: $Y(L)=24, Y(V)=34$.

Среди них минимальным будет величина $Y(L)=24$. Такой ярлык считают постоянным.

При повторении этого процесса рассматривают вершины, смежные с вершиной Л. Это К, А и Ж.

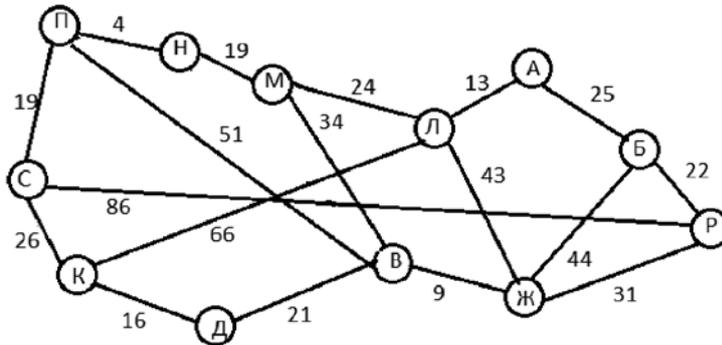


Рис. 2. Графическое изображение задачи

Применим формулу метода Дейкстры для решения данной экономической задачи:

$$D(v) = \min_{x(u)=0} D(u), \quad (1)$$

где $D(v)$ – длина кратчайшего пути от начальной вершины к конечной вершине; величины u, v – неотрицательный вес ребра.

С помощью алгоритма Дейкстры можно найти единственный оптимальный маршрут, который соединяет вершины С и Б графа (см. рис.1).

Пусть вершина С будет являться начальной вершиной. Для этой вершины назначим постоянный ярлык $Y(1) = 0$. За конечную вершину примем Б.

Для них временными ярлыками будут: $Y(K)=66, Y(A)=13, Y(J)=43$. Находим наименьший временный ярлык. Таким является ярлык: $Y(A)=13$.

С вершиной А смежной является только вершина Б, тогда $Y(B)=25$.

В то время, когда дерево составлено, становится возможным найти наикратчайший путь от С до Б. Им будет являться путь дерева, который соединяет вершины С и Б. Выявлено, что это путь, проходящий через вершины К, Н, М, Л и А. Длина такого пути рассчитывается как сумма всех дуг данных вершин (формула (2)).

$$Y(L) = 19 + 4 + 19 + 24 + 13 + 25 = 104 \text{ км.} \quad (2)$$

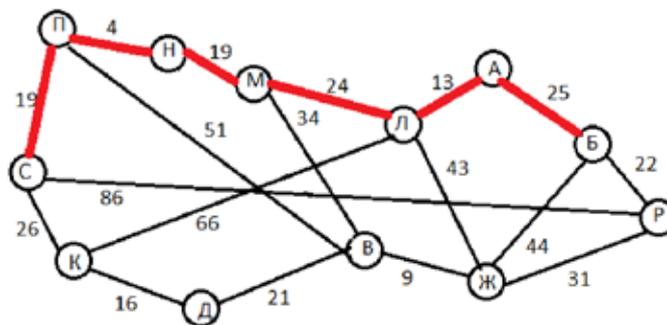


Рис. 3. Нахождение решения экономической задачи

Таким образом, маршрут из города Ставрополь в город Буденновск, с наименьшим временем доставки товара, включает село П, город Н, село М, село Л и село А. Общая протяженность маршрута составляет 104 километра.

Список литературы

1. Быкова В.В. Теоретические основы анализа параметризованных алгоритмов [Электронный ресурс]: Монография / В.В. Быкова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. – 180 с.
2. Исследование операций: учебное пособие / Р.В. Крон, С.В. Попова, Е.В. Долгих, Н.Б. Смирнова // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 11-1. – С. 118-119.
3. Математика: учебное пособие / Р.В. Крон, С.В. Попова, Е.В. Долгих, Н.Б. Смирнова // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 11-1. – С. 114-115.
4. Смирнова Н.Б., Давтян А.Г. Математика как область научного познания современного информационного общества // Культура и общество: история и современность: материалы II Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции / под ред.: О.Ю. Колосовой, Р.Ф. Гударенко, Н.А. Ряснянской, Е.А. Красиковой. – Ставрополь, 2013. – С. 154-158.
5. 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 ред. О.Ю. Колосовой, Т.В. Вергун, Р.Ф. Гударенко. – Ставрополь, 2014. – С. 185-190.
6. Попова С.В., Смирнова Н.Б. Элементы алгоритмизации в процессе обучения математике в высшей школе // Современные проблемы развития экономики и социальной сферы: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Ставропольского государственного аграрного университета / Отв. ред.: Н.В. Кулиш, 2005. – С. 526-531.
7. Попова С.В., Колодязная Т.А. Применение алгоритмов при обучении математике в вузе // Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем / Даугавпилсский университет, Латвия; Белорусский государственный университет, Беларусь; Днепрпетровский университет экономики и права, Украина; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Россия; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; Северо-Кавказский государственный технический университет; Ставропольский государственный университет; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь, 2011. – С. 278-281.
8. Смирнова Н.Б., Попова С.В. Модели, подходы к классификации моделей // Экономика регионов России: анализ современного состояния и перспективы развития: сборник научных трудов по материалам Ежегодной 69-й научно-практической конференции, посвященной 75-летию СтГАУ / Отв. ред. Кулиш Н.В., 2005. – С. 181-185.
9. Зайцева И.В., Попова М.В., Филлимонов А.А. Алгоритм программной реализации математической модели динамической экономической системы // Инфокоммуникационные технологии в науке, производстве и образовании (Инфоком-6): Сборник научных трудов VI международной научно-технической конференции, 2014. – С. 157-162.
10. Карнаухова А.А., Долгополова А.Ф. Использование теории графов при решении задач в экономике // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3-4. – С. 468-469.

МЕЖОТРАСЛЕВОЙ БАЛАНС ЗАТРАГ ТРУДА

Дашян К.А., Мастепанова М.С.

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

В экономической литературе модель Леонтьева является одной из самых известных моделей. Она подвергалась многократным улучшениям и усовершенствованиям и является основной для построения целого класса подобных моделей. В многоотраслевой экономике эта модель позволила проводить балансовый анализ, то есть отвечать на вопросы связанные с эффективностью той или иной отрасли в многоотраслевом хозяйстве страны. Каждая отрасль выступает, с одной стороны как потребитель продукции из своей, и смежных отраслей, а с другой – производителем некоторой продукции. Связи между отраслями отражаются в таблицах межотраслевого баланса.

Затраты живого труда в производстве j -го продукта обозначим через L_j , а валовой выпуск этого продукта через X_j . В этом случае коэффициент прямой трудоемкости можно записать в виде следующей формулы [1]:

$$t_j = \frac{L_j}{X_j}; j = \overline{1, n}. \quad (1)$$

Введем представление полных затрат труда как прямых затрат живого труда и суммы затрат овеществленного труда, перенесенных на продукт при помощи израсходованных средств производства. Обозначим величину полных затрат труда на единицу продукции j -го вида через T_j . Видим, что произведения вида $a_{ij} T_j$ отражают затраты реализованного труда, который перенесён на единицу продукта через i -е средство производства [2]. При этом считаем возможным, что коэффициенты прямых материальных затрат – a_{ij} выражены в натуральных единицах. Тем временем, полные трудовые затраты на единицу j -го вида продукции будут равны [4]

$$T_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} T_i + t_j; j = \overline{1, n}. \quad (2)$$

Введём вектор-строку коэффициентов полной трудоемкости $T = (T_1, T_2, \dots, T_n)$ и вектор-строку коэффициентов прямой трудоемкости $t = (t_1, t_2, \dots, t_n)$.

Запишем матрицу коэффициентов прямых материальных затрат в матричном виде [5]:

$$T = TA + t. \quad (3)$$

С использованием единичной матрицы E , сделаем очевидные матричные преобразования [6]

$$T - TA = TE - TA = T(E - A) = t,$$

для вектора коэффициентов полной трудоемкости получаем следующее соотношение:

$$T = t(E - A)^{-1}. \quad (4)$$

Знакомую нам матрицу $(E - A)$ коэффициентов полных материальных затрат, можно переписать в виде [6]

$$T = tB.$$

Величину совокупных затрат живого труда по всем видам продукции, обозначим через L , которая с учетом формулы (1) будет равна [7]

$$L = \sum_{j=1}^n L_j = \sum_{j=1}^n t_j X_j = tX. \quad (5)$$

Используя систему уравнений в матричной форме, соотношения (5) и (4), придём к следующему равенству:

$$tX = TY. \quad (6)$$

В этом случае, t и T – вектор-строки коэффициентов полной и прямой трудоемкости, а X и Y – вектор-столбцы конечной и валовой продукции [8].

На основе коэффициентов полной и прямой трудоемкости могут быть разработаны межпродуктовые и межотраслевые балансы затрат труда и применения трудовых ресурсов. Схематически эти балансы строятся согласно общему типу матричных моделей, тем не менее все показатели в них проявлены в трудовых измерителях [9].

Пример. Требуется определить коэффициенты прямой и полной трудоемкости и составить межотраслевой баланс затрат труда. Заданы затраты живого труда в 3 отраслях: $L_1 = 1160, L_2 = 460, L_3 = 875$ в некоторых единицах измерения трудовых затрат.

Решение.

1. Воспользуемся формулой (1). Найдём коэффициенты прямой трудоемкости.

2. Найдём коэффициенты полной трудоемкости по формуле (4), в которой в качестве матрицы B берется матрица коэффициента полных материальных затрат.

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли				
	Межотраслевые затраты овеществленного труда			Затраты труда на конечную продукцию	Затраты труда в отраслях (трудовые ресурсы)
	1	2	3		
1	348,9	76,5	437,7	300,0	1163,0
2	139,6	229,5	0,0	90,0	459,1
3	279,1	61,2	175,1	360,0	875,5

3. Умножая третью, вторую и первую строки первого и второго квадрантов межотраслевого материального баланса, соответствующие им коэффициенты прямой трудоемкости, получим схему межотраслевого баланса труда (таблица).

Расхождения между данными таблицы и исходными данными, которые мы замечаем, вызваны погрешностями округления при вычислениях [10].

Развитие основной модели межотраслевого баланса может достигаться путем включения в нее показателей фондоёмкости продукции. В элементарном случае данная модель будет дополняться отдельной строкой, в которой будут указаны объемы производственных фондов F_j в стоимостном выражении, занятые в каждой отрасли [11].

Определяя коэффициенты прямой фондоёмкости продукции j -го отрасли, возьмём во внимание объемы валовой продукции всех отраслей и все данные из таблицы. Получим:

$$f_j = \frac{\Phi_j}{X_j}; j = \overline{1, n}. \quad (7)$$

Коэффициент прямой фондоёмкости будет указывать величину производственных фондов, которые занимают в производстве данной отрасли, в расчете на единицу валовой продукции [12]. В отличие от коэффициента прямой фондоёмкости, коэффициент полной фондоёмкости F_j отражает объем фондов, которые необходимы для выпуска единицы конечной продукции j -й отрасли, во всех секторах экономики. Если a_{ij} – коэффициент прямых материальных затрат, то для коэффициента полной фондоёмкости будет справедливо равенство, которое аналогично неравенству (2) для коэффициента полной трудоемкости [10]

$$F_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} F_i + f_j; j = \overline{1, n}. \quad (8)$$

Если мы введём вектор-строку коэффициентов прямой фондоёмкости

$$f = (f_1, f_2, \dots, f_n)$$

и вектор-строку коэффициентов полной фондоёмкости

$$F = (F_1, F_2, \dots, F_n),$$

то систему уравнений (8) можно будет переписать в матричной форме:

$$F = FA + f. \quad (9)$$

Откуда, используя преобразования, аналогичные применяемым выше для коэффициентов трудоемкости, можно получить матричное соотношение

$$F = fB, \quad (10)$$

где $B = (E - A)^{-1}$ – матрица коэффициентов полных материальных затрат.

Коэффициенты фондоёмкости в межотраслевом балансе позволяют увязать планируемый выпуск продукции с имеющимися производственными мощностями.

Список литературы

- Литвин Д.Б., Шайтор А.К., Роговая Н.А. Метод коррекции свойств объекта управления // Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем: сб. науч. статей по материалам III Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь: СтГАУ, 2012. – С. 5–8.
- Система контроля условий транспортировки ценных грузов / Д.Б. Литвин, И.П. Шепеть, С.М. Бражнев, К.А. Протасов, Е.Д. Литвина // Экономические, инновационные и информационные проблемы развития региона: сб. науч. статей по материалам Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь: СтГАУ, 2014. – С. 184–186.
- Экономико-математическое моделирование факторов экономического анализа посредством метода линейного программирования / Т.А. Гулай, А.Ф. Долгополова, Д.Б. Литвин, З.Г. Донец // *Аграрная наука, творчество, рост*. 2014. – С. 329–332.
- Решение систем алгебраических уравнений в среде MATLAB / И.П. Шепеть, С.М. Бражнев, Д.Б. Литвин, Е.Д. Литвина, К.А. Протасов // *Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях*: сб. науч. статей в 2-х ч. по материалам Междунар. науч.-практ. конф.; под общ. науч. ред. д.т.н., проф. В.Е. Жидкова. Ставрополь, 2014. Ч. 1. – С. 158–162.
- Литвин Д.Б., Цыплакова О.Н., Родина Е.В. Моделирование экономических процессов в пространстве состояний // *Теоретические и прикладные аспекты современной науки*: сб. науч. тр. по материалам Международной науч.-практ. конф. Ставрополь, 2014. – С. 62–66.
- Метод повышения точности измерения векторных величин / Д.В. Бондаренко, С.М. Бражнев, Д.Б. Литвин, А.А. Варнавский // *НаукаПарк*, 2013. – № 6 (16). – С. 66–69.
- 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.
- Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Государственное регулирование в системе агробизнеса // *Учетно-аналитические и финансово-экономические проблемы развития региона*: сб. науч. тр. по материалам Ежегодной 76-й науч.-практ. конф. (г. Ставрополь, 24 апреля 2012 г.). – Ставрополь: СтГАУ, 2012. – С. 202–207.
- Литвин Д.Б., Гулай Т.А., Долгополова А.Ф. Применение операционного исчисления в моделировании экономических систем // *Аграрная наука, творчество, рост*. 2013. – С. 263–265.
- 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.
- Литвин Д.Б., Дроздова Е.А. Математическое моделирование в среде визуального программирования // *Современные наукоемкие технологии*. 2013. – № 6. – С. 77–78.
- Литвин Д.Б., Шепеть И.П. Моделирование роста производства с учетом инвестиций и выбытием фондов // *Социально-экономические и информационные проблемы устойчивого развития региона / Международная науч.-практ. конф.* 2015. – С. 114–116.

МАТЕМАТИКА В ВЕТЕРИНАРИИ И БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУКАХ

Еремьян В.В.

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

Математика широко используется в современной ветеринарии и науках биологической направленности. Любое современное исследование предполагает использование математических методик и методов. Обработка и анализ экспериментальных результатов, а также построение научных теорий требует использования математических методов.

Самая распространенная математическая наука, используемая в ветеринарии и в биологических на-

уках – статистика, которая разрабатывает статистическую методологию, то есть набор приемов и способов сбора, обработки и анализа информации. Как известно, современное естествознание развивается быстрыми темпами. За многие десятилетия изменилась физическая картина мира. Большого прогресса достигла ветеринария, как и, впрочем, биологические науки, которые сейчас охватывают различные стороны жизни. Одним из факторов, стимулирующих дальнейшее развитие различных областей естественных наук, является внедрение в них математики.

Оптические методы применяются как в физике, так и в биологии и являются наиболее эффективными методами изучения жидкостей. Однако жидкости при концентрациях, при которых они обладают характерными магнитными свойствами, являются непрозрачными. Существуют способы фиксации и подсчета пузырьков пара при помощи различного, но этот способ применим только для исследования хорошо проводящих жидкостей, к которым магнитная жидкость на основе керосина не относится. Использование магнитной жидкости на основе керосина обуславливается ее термической устойчивостью, и, следовательно, пригодностью для экспериментов, в которых происходит ее изменение.

В статистике различают следующие понятия: совокупность, вариационный ряд, группировка данных и т.д. Совокупность – это всякое множество отдельных, отличающихся друг от друга и в тоже время сходных в некоторых существенных отношениях объектов. Например, совокупностью является стадо крупного рогатого скота данного хозяйства, потомство определенного быка, группа цыплят, на которых ставится опыт по применению антибиотиков, мальки окуна в озере и. д. Каждый изучающий признак принимает разное значение у разных единиц совокупности, он меняется в своем значении от одной единицы совокупности к другой. Такие изменения называются – вариационными или дисперсными. Основной задачей совокупности является получение статистических характеристик.

Группировка статистических данных – это метод, при котором вся исследуемая совокупность разделяется на группы по какому-то существенному признаку. Например, группировка крупного рогатого скота по возрастному и половому признаку, группировка особей одного вида данной популяции на данном биоценозе.

Вариационный ряд – это «сгущение» исходного фактического материала, превращение его в наглядную форму. Существует две группировки показателей для характеристики вариационных рядов: по тому значению признака, вокруг которого концентрируется большинство вариантов (отражает уровень развития в данной совокупности), по степени отклонения от центральной тенденции ряда. Помимо всего того, что было выше сказано, в современной ветеринарии и биологических науках очень часто используется законы случайной вариации. К ним относятся вероятность и ее исчисления, эмпирические и теоретические вероятности. В основном, теория вероятности дает возможность поставить абстрактные совокупности, представляющие собой отражение реальных совокупностей. Например, по анализу капли крови животного можно сделать вывод о состоянии всей крови.

Еще одна наука, которая нашла применение в ветеринарии и биологии – биометрия. С формальной точки зрения биометрия представляет совокупность математических методов, применяемых в биологии и заимствованных главным образом из области математической статистики и теории вероятностей. Биометрия представляет собой раздел биологии, задачей которого является планирование исследований и статистическая обработка полученных результатов. Биометрия находит свое применение и при изучении наследуемости и повторяемости признаков, измерениях связей между данными признаками. Биометрия призвана вооружать исследователей методами статистического анализа, воспитывать у них статистическое мышление, раскрывая перед ними диалектику связи между частью и целым, причиной и следствием, случайным и необходимым в явлениях живой природы.

Связи современной ветеринарии и биологических наук с математикой многосторонни, они все более расширяются и углубляются. В настоящее время трудно указать область знания, в которой не применялись бы математические методы. Даже в такой, казалось бы, очень далекой от математики областях, как анатомия животных, микробиология, эпизоотология, гистология, эмбриология, радиобиология и т.д. не обходятся без применения такой науки как математика.

Список литературы

1. Лакни Г.Ф. Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.: ил.
2. Рокицкий. П.Ф. Биологическая статика. 3-е изд., испр. – Минск, «Высшая школа», 1973. – 320 с.
3. Yanovskiy A.A., Simonovskiy A.Ya., Kholopov V.L., Chuenkova I.Yu. Heat Transfer in Boiling Magnetic Fluid in a Magnetic Field // Solid State Phenomena. № 233-234. 2015. p.339-343.
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, No. 3, pp. 260–266.
5. Рабочая тетрадь «Математическая логика и теория алгоритмов»: учебное пособие / Т.А. Гулай, С.В. Мелешко, И.А. Невидомская, А.А. Яновский // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8-2. – С. 169.
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: сб. науч. трудов. – Ставрополь, 2013. – С. 159-163.
7. Яновский А.А. Управление теплообменными процессами при кипении магнитной жидкости на неограниченной поверхности при помощи магнитного поля / А.А. Яновский, А.Я. Симоновский // Физическое образование в вузах. – 2012. – Т.18, №1. – С. 35-36.
8. Яновский А.А., Симоновский А.Я. Математическое моделирование формы пузырька пара в кипящей магнитной жидкости // Научно-практическая конференция «Финансово-экономические и учетно-аналитические проблемы развития региона». – Ставрополь, 2013. – С. 490-493.
9. Яновский А.А. Тепло- и массоперенос поле в кипящей магнитной жидкости в однородном магнитном поле / А.А. Яновский, А.Я. Симоновский, И.Ю. Чуенкова // Труды XI Международной конференции «Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов». – Курск, 2014. Ч.1. – С. 252-257.
10. Яновский А.А. К вопросу о теплообмене в кипящей магнитной жидкости / А.А. Яновский, А.Я. Симоновский, В.Л. Холотов // XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики: сборник докладов / Составители: Д.Ю. Ахметов, А.Н. Герасимов, Ш.М. Хайдаров. 2015. – С. 4336-4338.
11. Яновский А.А., Спасибов А.С. Математическое моделирование процессов в кипящих намагничивающихся средах // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 183-186.

**ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТИ
В СФЕРЕ ЭКОНОМИКИ**

Загребельникова В.А.

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

Теория вероятностей является одним из важнейших разделов математики, который исследует законы, управляющие случайными величинами. В России интерес к теории вероятностей появился в первой половине XIX в. Многие российские ученые внесли большой вклад в развитие теории вероятностей.

Использование теории вероятностей и статистики в сфере экономики позволяет раскрывать закономерности, относящиеся к массовым явлениям. Методы теории вероятностей не могут точно предсказать

исход случайного события, однако они могут предсказать наиболее вероятный исход в ходе многократно повторяющихся событий. Таким образом, применение математического аппарата теории вероятностей позволяет корректировать и прогнозировать процесс производства.

Одной из основных сфер применения теории вероятностей является экономическая сфера. Исследование, планирование, и прогнозирование экономических событий невозможны без создания экономико-математических моделей, опирающихся на теорию вероятностей.

В настоящее время работа в сфере экономики, а именно маркетинге, учете, аудите управления, от специалиста требуется наличие знаний и умений, адекватное применение современных методов работы, а так же наличие навыков для того, чтобы понять научный язык и оценить последние достижения мировой экономической мысли. Множество способов в настоящее время базируются на концепциях экономических приемах и моделях, которые невозможно было использовать, не обладая глубокими знаниями в области теории вероятностей и математической статистики.

В данном случае каждой величине факторного показателя (аргумента) может соответствовать несколько значений результативного показателя, т.е. функции. К примеру, повышение фондовооруженности труда дает разные показатели прироста производительности труда на различных предприятиях, не смотря на достаточно выровненные прочие условия. Это можно объяснить тем, что все факторы (от которых зависит производительность труда) действуют взаимосвязано, в комплексе. От того, насколько оптимально сочетаются разные факторы зависит какой будет степень воздействия каждого из них на значение результативного показателя.

В экономике с помощью теории игр можно объяснить, как информация превращается в биржевые курсы и цены. В базовой концепции «риск – менеджмента» предполагается, что на мировых финансовых рынках постоянно появляется новая информация и ею непрерывно торгуют. Это происходит даже, несмотря на то, что наличие в самой информации эндогенных рисков является общеизвестным фактом. И хотя курсы (инфляция) являются непредсказуемыми, тем не менее, можно статистически описать финансовые риски с помощью математических законов теории вероятностей. Именно поэтому риски могут быть в определенной мере измеримы и управляемы.

В данном вопросе возникает пространственная конфигурация, может наблюдаться сложная структура и очень сложные закономерности статистической саморегуляции. Однако во многих случаях гравитационная аналогия оказывается полезной для качественного анализа результатов.

Таким образом, изучение историко-эволюционных процессов становления управленческого учета, позволяет сформулировать тезис о том, что на сегодняшний день данное направление учетно-аналитической мысли имеет полное основание для выделения в самостоятельную науку. Проведенное на данном этапе исследование позволило систематизировать основные факторы, которые позволили выделиться управленческому учету в самостоятельную науку. При этом нами выделены основные этапы эволюции управленческого учета в контексте развития мировой и отечественной учетно-экономической мысли, что в определенной степени расширяет теоретические представления относительно историко-эволюционных аспектов его становления.

Таким образом, теория вероятностей является тем неотъемлемым математическим аппаратом, который определяет эффективность их расчетов и исследований, помогает принимать решения, проверять достоверность полученных результатов и добиваться поставленных целей.

Список литературы

1. Yanovskiy A.A., Simonovsky A.Ya., Kholopov V.L., Chuenkova I.Yu. Heat Transfer in Boiling Magnetic Fluid in a Magnetic Field // Solid State Phenomena. № 233-234. 2015. p.339-343.
2. Yanovskii A.A., Simonovskii A.Ya., Klimenko E.M. On the Influence of the Magnetic Field upon Hydrogasydynamic Processes in a Boiling Magnetic Fluid // Surface Engineering and Applied Electrochemistry. – 2014. – Vol. 50, No. 3, pp. 260–266.
3. Рабочая тетрадь «Математическая логика и теория алгоритмов»: учебное пособие / Т.А. Гулай, С.В. Мелешко, И.А. Невидомская, А.А. Яновский // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8-2. – С. 169.
4. 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: сб. науч. трудов: Ставрополь. 2013. – С. 159-163.
5. Яновский А.А. Управление теплообменными процессами при кипении магнитной жидкости на неограниченной поверхности при помощи магнитного поля / А.А. Яновский, А.Я. Симоновский // Физическое образование в вузах. – 2012. – Т.18, №1. – С. 35-36.
6. Яновский А.А., Симоновский А.Я. Математическое моделирование формы пузырька пара в кипящей магнитной жидкости // Научно-практическая конференция «Финансово-экономические и учетно-аналитические проблемы развития региона». – Ставрополь, 2013. – С. 490-493.
7. Яновский А.А. Тепло- и массоперенос поле в кипящей магнитной жидкости в однородном магнитном поле / А.А. Яновский, А.Я. Симоновский, И.Ю. Чуенкова // Труды XI Международной конференции «Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов». – Курск, 2014. Ч.1. – С. 252-257.
8. Яновский А.А. К вопросу о теплообмене в кипящей магнитной жидкости / Яновский А.А., Симоновский А.Я., Холотов В.Л. // XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики сборник докладов / Составители: Д.Ю. Ахметов, А.Н. Герасимов, Ш.М. Хайдаров. 2015. – С. 4336-4338.
9. Яновский А.А., Спасибов А.С. Математическое моделирование процессов в кипящих намагничивающихся средах // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 183-186.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В ИССЛЕДОВАНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Игнатенко В.С., Минаев Р.М.

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

Проанализируем методы линейных дифференциальных уравнений применяемых в исследовании различных макроэкономических моделей, где в роли независимой переменной выступает t . Эффективность данных моделей обусловлена использованием эволюции какой-либо экономической системы в длительных интервалах времени. Более того, данные системы являются предметом изучения изменения динамики в экономике.

Под экономической системой понимается совокупность хозяйственных единиц – организации и предприятия связанных между собой устойчивыми производственными связями.

Экономическая система будет являться динамической при условии наличия в этой системе так называемых динамических элементов.

Выход в любой момент времени t динамического элемента системы напрямую зависит от значений выходов и входов в случившиеся моменты времени т.е. $t-1$, $t-2$, и так до $t-n$.

Рассмотрим динамические экономические системы в качестве линейных систем при условии непрерывности времени. Таким образом, элемент динамической системы порядка n будет иметь следующий вид:

$$\sum_{j=0}^n a_j y^{(j)} = \sum_{i=0}^m b_i x^{(i)}. \quad (1)$$

На практике лучше всего применяются элементы нулевого (к примеру мультипликатор), первого и других порядков.

Переход экономической системы из одного равновесного состояния в другое является основным элементом в исследовании динамических процессов. В случае, когда подобный переход осуществляется в течении длительного периода времени, понятие экономического равновесия утрачивает заложенный в него смысл, следовательно возникает необходимость изучения непрерывного динамического процесса преобразования экономики. Для этого в качестве инструмента может быть использована теория дифференциальных уравнений. За основу будет взята динамическая модель Кейнса.

В модели Кейнса установлено, что ВВП $y(t+1)$ следующего года равен валовому спросу текущего года. В свою очередь валовый спрос, включающий спрос на потребительские товары (C) и инвестиционные товары (I) напрямую зависит от ВВП текущего года т.е.:

$$y(t+1) = C[y(t)] + I(t). \quad (2)$$

Из данной линейной зависимости спроса на потребительские товары от ВВП и постоянства спроса на товары следует соотношение:

$$y(t+1) = C + Cy(t) + I, \quad (3)$$

где C – это минимальный объем потребительского фонда, неизменяемый при увеличении роста национального дохода; $C(0 < C < 1)$ – склонность к потреблению.

Данное соотношение действует при условии прерывности времени в один год, при прерывности Δt выражение будет иметь следующий вид

$$y(t + \Delta t) - y(t) = [C - (1 - C)y(t) + I] \Delta t, \quad (4)$$

где $(1 - C)$ – склонность к накоплению.

В рамках изучения динамики наиболее эффективно использовать непрерывное время, при условии применения формальной записи модели в виде дифференциального уравнения.

Проанализируем динамику перехода национального дохода в равновесное состояние, при этом применяя модель в форме дифференциального уравнения с непрерывным временем.

В ходе преобразований при условии $\Delta t \rightarrow 0$ получим следующее уравнение:

$$\frac{1}{1 - C} \cdot \frac{dy}{dt} + y = \frac{C + I}{1 - C}. \quad (5)$$

Имеется, что общим решением неоднородного дифференциального уравнения является сумма какого-либо его частного и общего решения, которые относятся к однородному дифференциальному уравнению:

$$y_{o.n.} = y_{o.o.} + y_{ч.н.} \quad (6)$$

Частным решением уравнения (6) будет выступать стационарное решение.

$$y_E = \frac{C + I}{1 - C}. \quad (7)$$

Рассмотрим следующее однородное дифференциальное уравнение:

$$\frac{1}{1 - c} \cdot \frac{dy}{dx} + y = 0. \quad (8)$$

Данное уравнение с разделяющимися переменными, следовательно:

$$\frac{dy}{y} = -(1 - c) dt. \quad (9)$$

После интегрирования обеих частей этого уравнения, получается:

$$\ln|y| = -(1 - c)t + \ln c_0, \quad (10)$$

где $c_0 > 0$

$$y_{o.o.} = c_0 e^{-(1-c)t}; y_{o.n.} = c_0 e^{-(1-c)t} + \frac{C + I}{1 - C}. \quad (11)$$

Изменение спроса на инвестиционные товары с I_0 до I , причем $I > I_0$, приводит к изменению значения ВВП от

$$y_0 = \frac{C + I}{1 - C},$$

до значения $y = E$, при этом

$$y(t) = y_E + (y_0 - y_E) e^{-(1-c)t}. \quad (12)$$

Можно сделать вывод, что при любом исходном значении y_0 национального дохода, вскоре его значение становится идентичным значению в состоянии равновесия y_E . Для определения скорости перехода в состояние равновесия используют коэффициент склонности к сбережению $1 - c$. Чем выше этот коэффициент, тем быстрее приближается значение национального дохода к равновесному.

При условии, что в начальный период времени $y_0 > y_E$, в остальные периоды значение национального дохода будет превышать равновесный за все время при постоянном уровне инвестиций.

В другом случае, при исходном $y_0 < y_E$, следующие значения национального дохода будут меньше равновесного за весь временной промежуток при постоянном уровне инвестиций.

Представление экономики как линейного динамического звена второго порядка в форме модели Самуэльсона-Хикса.

Добавим к динамической модели Кейнса акселератор. Выход и вход этой категории пропорциональны. В настоящей теории экономики часто встречается такое определение: «отношение прироста индуцированных подъемом производства инвестиций к вызвавшему его относительному приросту объема производства».

Инвестиции представляются следующим выражением:

$$I = r \frac{dy}{dt}, \quad (13)$$

где r – коэффициент акселерации, приращение необходимости во вкладах при положительной динамике ВВП на единицу, $0 < r < 1$.

$$I(t) = r[y(t) - y(t-1)] + I, \quad (14)$$

При подставлении полученного выражения в динамическую Модель Кейнса, получим:

$$y(t+1) = C + cy(t) + r[y(t) - y(t-1)] + I, \quad (15)$$

После преобразований:

$$\begin{aligned} & y(t+1) - 2y(t) + Y(t-1) = \\ & = C + cy(t) + ry(t) - ry(t-1) + \\ & + I - y(t) - y(t) + y(t+1) = \\ & = C + I - (1 - c)y(t) - (1 - r)[y(t) - y(t-1)]. \end{aligned} \quad (16)$$

Рассмотрим непрерывный интервал времени $\Delta t \rightarrow 0$:

$$\frac{1}{1-c} \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{1-r}{1-c} \frac{dy}{dt} + y = \frac{I+C}{1-c}. \quad (17)$$

Итогом вычислений является однородное линейное уравнение второго порядка. Общее решение неоднородного уравнения предстает суммой общего однородного и частного решений неоднородного уравнения.

Общее решение линейного однородного уравнения в виде:

$$\frac{1}{1-c} \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{1-r}{1-c} \frac{dy}{dt} + y = 0. \quad (18)$$

Здесь необходима замена $y = e^\lambda$, при которой:

$$\frac{1}{1-c} \lambda^2 + \frac{1-r}{1-c} \lambda + 1 = 0. \quad (19)$$

Общим решением однородного уравнения является линейная комбинация фундаментальных решений e^{λ_1} и e^{λ_2} :

$$Y_{0,0} = A_1 e^{\lambda_1} + A_2 e^{\lambda_2}. \quad (20)$$

Частное решение неоднородного уравнения:

$$y_{ч.н.} = \frac{1+C}{1-c}. \quad (21)$$

А его общее решение:

$$y_{0,н.} = A_1 e^{\lambda_1} + A_2 e^{\lambda_2} + \frac{1+C}{1-c}. \quad (22)$$

Частное стационарное решение в этом случае будет одинаковым с решением в модели Кейнса:

$$y_K = \frac{1+C}{1-c}.$$

Если обратить внимание на незначительные отклонения от равновесной точки, заметно, что эта система непостоянно устойчива. Описываемая моделью Самуэльсона-Хикса экономика устойчива при $0 < r < 1$ и неустойчива при $r \geq 1$.

Список литературы

1. Литвин Д.Б., Цыплакова О.Н., Родина Е.В. Моделирование экономических процессов в пространстве состояний // Теоретические и прикладные аспекты современной науки: сборник статей Международной научно-практической конференции / Отв. за вып. А.Г. Иволга; ФБГОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет, 2014. – С. 62-66.
2. 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.
3. Бондаренко В.А., Цыплакова О.Н., Родина Е.В. Использование компьютерных математических систем в обучении математике/ Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона: Сборник материалов II Международной научно-практической конференции / СтГАУ. – Ставрополь: Бюро Новостей, СтГАУ, 2013. – С. 46-50.
4. Долгополова А.Ф., Цыплакова О.Н. Последовательность проведения регрессионного анализа и его применение в экономике // Актуальные вопросы теории и практики бухгалтерского учета, анализа и аудита: материалы Ежегод. 75-й науч.-практ. конф. (Ставрополь, 22-24 марта 2011 г.) / СтГАУ. Ставрополь, 2011. – С. 127-129.
5. 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.
6. Долгополова А.Ф., Гулай Т.А., Литвин Д.Б. Финансовая математика в инвестиционном проектировании (учебное пособие) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8-2. – С. 178-179.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ГЕРМЕТИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ

Каныгин Я.В.

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

Высокая герметичность валов технологического оборудования, совершающих вращательное или возвратно-вращательное движение, может быть обеспечена применением магнитожидкостных герметизаторов (МЖГ). Они устанавливаются между средами с перепадом давлений или средами, содержащими различные вещества, для предотвращения их перемешивания. Магнитная жидкость – искусственный материал, ультрадисперсные коллоиды ферро- и ферримагнетиков, основой которых является жидкость, содержащая микроскопические магнитные взвешенные частицы размером от 5 нанометров до 10 микрометров, покрытые поверхностно-активным веществом или полимером. Магнитные коллоидные растворы характеризуются тем, что их коллоидные частицы концентрируются на границах магнитных доменов, а также способностью к намагничиванию. Динамику магнитных жидкостей исследуют с помощью математических моделей.

Возможность удерживать неоднородным магнитным полем объем магнитной жидкости, на которую действует сторонняя сила, в узком кольцевом зазоре между валом и корпусом машины заложена в основу – магнитожидкостных герметизаторов. В рабочем зазоре магнитожидкостного герметизатора постоянный цилиндрическим магнитом создается магнитное поле, которое пронизывает зазор в радиальном направлении, что создает герметическую перегородку между областями с разным давлением. При герметизации немагнитного вала на него устанавливается втулка из магнитного материала, которая обеспечивает замыкание магнитного потока. Для увеличения удерживаемого перепада давления на внутренней поверхности полюсного наконечника делают несколько цилиндрических зубцов. Под каждым зубцом находится слой магнитной жидкости. Индукция магнитного поля достигает 1-1,5 Тл. Неоднородность магнитного поля в зоне герметизации составляет $\frac{\Delta H}{\Delta z} \sim 10^9$ А/м², а магнитная сила, действующая на каждую частицу $f_m \approx 3 \cdot 10^{-16}$ Н. Магнитные жидкости предназначенные для магнитных полей с выше указанной неоднородностью, приготавливаются с особой тщательностью, так как номинальный диаметр твердых частиц, при котором скорость магнитофореза в неоднородном магнитном поле равна скорости броуновского движения.

$$d_{ном} \approx \left(\frac{50 \eta_0^2 k T}{0_m \mu_0^2 M_s^2 |\nabla H|^2} \right)^{1/7}. \quad (1)$$

Для удаления крупных частиц магнитные жидкости для герметизаторов центрифугируют и обрабатывают неоднородным магнитным полем. Использование и применение данных герметизаторов создает условия для повышения эффективности всей герметизирующей системы.

Одним из факторов влияющих на использование магнитных жидкостей является высокая температура, которая вызывает интенсивное испарение, а в некоторых случаях и кипение магнитной жидкости.

$$\Delta p \approx \mu \eta [H(B) - H(A)] - \frac{kn [H(B) - H(A)]}{H(B)} T.$$

Если вал, герметизированный кольцевым слоем магнитной жидкости, вращается, то жидкость находится в состоянии сдвигового течения и на нее действует центробежная сила влияние которой на распределение в слое жидкости описывается:

$$\int_{r_A}^{r_B} \frac{\rho v^2}{r} dr .$$

Было экспериментально установлено, что критический перепад давления не зависит от частоты вращения. При высокой частоте вращения вала начинает действовать механизм центробежной герметизации и критический перепад давления увеличивается с ростом частоты.

Если в объеме магнитной жидкости температура однородна, то магнитной жидкости существует возможность механического равновесия. Если указанное условие не выполняется, в жидкости возникает конвективное движение. В обычной жидкости причиной его является архимедова сила, возникающая в жидкости с неоднородным распределением плотности: теплые, более легкие слои поднимаются вверх, холодные, тяжелые опускаются. Применение МНЖТ позволяет снизить брак продукции, исключить утечки ядовитых веществ, уменьшить загрязнение окружающей среды. Основными преимуществами МЖТ перед традиционными уплотнениями являются: малый собственный момент трения, простота технического обслуживания, эксплуатационных характеристик: рабочего перепада давлений и момента трения. На практике магнитожидкостные герметизаторы вращающихся валов применяются в системе подачи и выпуска гелия для криоогенного турбогенератора, в качестве сферического герметизатора вращающегося анода в рентгеновской установке, герметизатора вала тигеля в вакуумной печи для выращивания кристаллов, вакуумного герметизатора вала ротора-накопителя в силовой установке для аккумуляции энергии. Наиболее широко магнитожидкостные герметизаторы используются в установках для нанесения тонких пленок и имплантации ионов в планарной технологии, а также в устройствах для электронно-лучевой плавки и сварки металла.

Список литературы

1. Фертман В.Е. Магнитные жидкости: Справ. пособие. – Мн.: Выш. шк., 1988. – 184 с.: ил.
2. Яновский А.А., Симоновский А.Я., Савченко П.И. моделирование гидродинамических процессов в кипящей магнитной жидкости // Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона: сб. науч. трудов: Ставрополь. 2013. – С. 159-163.
3. Яновский А.А. Управление теплообменными процессами при кипении магнитной жидкости на неограниченной поверхности при помощи магнитного поля / Яновский А.А., Симоновский А.Я. // Физическое образование в вузах. – 2012. – Т.18, №1. – С. 35-36
4. Яновский А.А., Симоновский А.Я. Математическое моделирование формы пузырька пара в кипящей магнитной жидкости // Научно-практическая конференция «Финансово-экономические и учетно-аналитические проблемы развития региона». – Ставрополь, 2013. – С. 490-493
5. Яновский А.А. Тепло- и массоперенос поле в кипящей магнитной жидкости в однородном магнитном поле / Яновский А.А., Симоновский А.Я., Чуенкова И.Ю. // Труды XI Международной конференции «Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов». 2014. Ч.1. Курск. – С. 252-257.
6. Яновский А.А. К вопросу о теплообмене в кипящей магнитной жидкости / Яновский А.А., Симоновский А.Я., Холопов В.Л. // В сборнике: XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики сборник докладов / Составители: Д.Ю. Ахметов, А.Н. Герасимов, Ш.М. Хайдаров. 2015. – С. 4336-4338.
7. Яновский А.А., Спасибов А.С. Математическое моделирование процессов в кипящих намагничивающихся средах // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 183-186.

МЕТОДЫ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Кармова Д.А.

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

Линейное программирование – математический раздел, посвященный теории и методам решения экстремальных задач на множествах -мерного векторного пространства, задаваемых системами линейных уравнений и неравенств. Впервые принципы новой отрасли математики под названием линейное программирование было предложены Л.В. Канторовичем в работе «Математические методы организации и планирования производства».

Метод линейного программирования дает возможность аргументировать наилучшее экономическое решение в обстоятельствах строгих ограничений, имеющих отношение к применяемым в изготовлении ресурсам (основные фонды, использованные материалы, рабочие средства). Использование данного метода в экономическом рассмотрении дает возможность регулировать проблемы, связанные главным образом с планированием работы компании. Этот метод может помочь установить подходящие величины выпуска продукта, а кроме того тенденции более результативного применения существующих в директиве компании производственных ресурсов.

Математическое программирование может использоваться и в отношении тех экономических явлений, взаимосвязь между которыми не считается линейной. Для данной цели могут быть применены методы нелинейного, динамического и выпуклого программирования.

Нелинейное программирование опирается на нелинейный характер целевой функции или ограничений, либо и того и другого. Формы целевой функции и неравенств ограничений в этих условиях могут быть различными.

Нелинейное программирование используется в экономическом анализе в частности, при установлении связи среди признаков, выражающих эффективность работы компании и размер данной работы, текстуру расходов в производстве, конъюнктуру торгова и т.д.

Динамическое программирование основывается на концепции дерева заключений. Любой уровень данного дерева служит стадией для установления результатов прошлого постановления и для ликвидации неэффективных альтернатив данного постановления. Таким образом, динамическое программирование содержит многостадийный, многоэтапный вид. Данный тип программирования используется в экономическом анализе с целью отыскивания подходящих альтернатив формирования компании как в настоящее время, так и в будущем.

Выпуклое программирование предполагает собою разновидность нелинейного программирования. Данный тип программирования выражает нелинейный вид связи среди итогов работы компании и исполняемыми ею расходами. Выпуклое (по другому вогнутое) программирование исследует выпуклые целевые функции и выпуклые системы ограничений (точки допустимых значений). Выпуклое программирование используется в анализе хозяйственной деятельности с целью минимизации расходов, а вогнутое – с целью максимизации прибыли в обстоятельствах существующих ограничений воздействия условий, оказывающих большое влияние в рассматриваемых характеристиках противоположным образом. Следовательно, при анализируемых типах программирования выпу-

кые целевые функции минимизируются, а вогнутые-максимизируются.

Одним из основных методов линейного программирования является симплексный метод- это метод направленного перебора основных решений задачи. Он дает возможность за конечное число шагов расчета или отыскать наилучшее решение, или определить, то что рационального решения не существует.

Сущность метода: построение базисных решений, на которых монотонно убывает линейный функционал, до ситуации, когда выполняются необходимые условия локальной оптимальности.

Рассмотрим данный метод на примере решения следующей задачи.

Предприятие ООО «Пшеница» предполагает выпускать два вида продукции: печенье и пряники, для производства которых используется сырьё трех видов: мука, сахар, дрожжи. Производство обеспечено сырьем каждого вида в количествах: 750, 807, 840 кг. На изготовление печенья требуется затратить сырья каждого вида 5, 4, 1 кг, соответственно, а для пряников – 2, 5, 7 кг. Прибыль от реализации печенья составляет 30 ден. ед., для пряников – 49 ден. ед.

Занесём необходимые нам данные во вспомогательную таблицу:

Вид сырья	Продукция		Ограничения по сырью
	печенье	пряники	
мука	5	2	750
сахар	4	5	807
дрожжи	1	7	840
прибыль	30	49	

Обеспечим точную формулировку проблемы. Пускай x_1 – количество печенья и пряников, запланированных к изготовлению. Так как число материала согласно любому типу ограничено, то обязаны осуществляться соответствующие неравенства:

$$\begin{cases} 5x_1 + 2x_2 \leq 750 \\ 4x_1 + 5x_2 \leq 807 \\ x_1 + 7x_2 \leq 840 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

Данная система неравенств считается и концепцией ограничений этой проблемы. Целевая роль (линейная форма), выражающая доход компании, имеет вид

$$F = 30x_1 + 49x_2 \rightarrow \max.$$

Итак, задача сводится к нахождению максимума функции $F = 30x_1 + 49x_2$ при ограничениях:

$$\begin{cases} 5x_1 + 2x_2 \leq 750 \\ 4x_1 + 5x_2 \leq 807 \\ x_1 + 7x_2 \leq 840 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Для сведения системы ограничений-неравенств к системе уравнений добавим к левосторонней части каждого неравенства добавочные неотрицательные переменные x_3 в условиях этой задачи они обладают определенной экономической сущностью, а именно высказывают размер остатков материала каждого типа уже после исполнения проекта согласно выпуску

продукта. После внедрения добавочных переменных приобретаем систему уравнений:

$$\begin{cases} 5x_1 + 2x_2 + x_3 = 750 \\ 4x_1 + 5x_2 + x_4 = 807 \\ x_1 + 7x_2 + x_5 = 840 \\ x_i \geq 0, i = 1, \dots, 5 \end{cases}$$

Необходимо отыскать такое возможное базисное решение данной концепции ограничений, которое бы максимизировало линейную форму.

Решая задачу, приходим к следующему выводу.

$$\begin{cases} x_1 = 63 + \frac{35}{161}x_5 - \frac{7}{23}x_4 \\ x_2 = 111 - \frac{35}{161}x_5 - \frac{72}{161}x_4 \\ x_3 = 213 - \frac{833}{1127}x_5 + \frac{231}{161}x_4. \end{cases}$$

$$\begin{aligned} F &= 5880 + 23 \left(63 + \frac{35}{161}x_5 - \frac{7}{23}x_4 \right) - 7x_5 = \\ &= 7329 - 2x_5 - 7x_4. \end{aligned}$$

Таким образом, для получения наибольшей прибыли, равной 7329 ден. ед., из данных запасов сырья предприятие должно изготовить 63 кг печенья и 111 кг пряников.

Итак, можно сказать, что линейное программирование играет важную роль в различных отраслях человеческой деятельности соединяя такие две совершенно разные науки, как экономика и математика. Именно здесь происходит тесное взаимодействие их между собой. Фактическое применение математики в экономических исследованиях, позволяющее объяснить прошлое, увидеть будущее и оценить результат своих действий, потребует значительных усилий, которых на данный момент в экономике не хватает.

Список литературы

1. 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: Сборник научных трудов по материалам IV Международной научно-практической конференции, 2014. – С. 329-332.
2. Долгополова А.Ф., Гулай Т.А., Литвин Д.Б. Финансовая математика в инвестиционном проектировании (учебное пособие) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8-2. – С. 178-179.
3. Демченко И.А., Долгополова А.Ф., Гулай Т.А. Инвестиционная активность регионального АПК // Экономика сельского хозяйства России. – 2015. – №4. – С. 31-37.
4. Мамаев И.И., Долгополова А.Ф. Профессиональная направленность в обучении студентов математическим дисциплинам // Аграрная наука, творчество, рост. – 2013. – С. 268-371.
5. Шмалько С.П., Засядко О.В. Профессионально ориентированное дидактическое обеспечение // Образовательные технологии. – М., 2010. – № 2. – С. 76-84.
6. Шмалько С.П. Формирование профессионально ориентированного мышления у студентов экономических направлений // Культурная жизнь Юга России. – 2010. – № 1. – С. 99-101.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Кожемякина В.А.

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

Использование математических методов в экономической сфере – важнейшее направление совершенствования экономических систем. Математические методы позволяют ускорить проведение экономического анализа, повышают точность вычислений. Рассмотрим применение математических методов в банковской деятельности.

Эффективная процентная ставка

Сущность 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).

Непрерывное начисление сложных процентов.

Как известно, для стремящегося к бесконечности числа x существует предел

$$\lim_{x \rightarrow \infty} (1 + \frac{1}{x})^x = e,$$

где $e = 2,718281828\dots$ – основание натуральных логарифмов. Эта формула называется вторым замечательным пределом. Из неё следует, в частности, что справедливо соотношение

$$\lim_{m \rightarrow \infty} (1 + \frac{j}{m})^m = e^j.$$

Значит, если капитализация процентов осуществляется достаточно часто, например, ежедневно, то эффективную процентную ставку можно приближённо найти следующим образом: $\approx e^j - 1$.

Интенсивность процентов

Интенсивность процентов δ – это мгновенная относительная скорость накопления средств

$$\delta = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{S(t + \Delta t) - S(t)}{S(t)\Delta t} = \frac{S'(t)}{S(t)} = (\ln S(t))' = \ln(l + i).$$

Так как $i = e^\delta - 1$, 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

$$S(t) = S(t_0) \exp \left(\int_{t_0}^t \delta(z) dz \right).$$

Существует несколько способов 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 $t_0=0, t_1, t_2, \dots, t_n$ соответственно (включая платежи по самому кредиту, страховые выплаты, побочные комиссии и т.д.), то эффективная процентная ставка i находится из соотношения

$$S_o = R_o + \sum_{k=1}^n \frac{Rk}{(1+i)^{tk}}.$$

Эффективная процентная ставка служит главным образом для сравнения различных банковских предложений, и при её вычислении точные даты совершения платежей обычно неизвестны. Данная формула примет вид

$$S_o = R_o + \sum_{k=1}^n \frac{Rk}{(1+i)^{tk}}.$$

Если задана номинальная процентная ставка, и капитализация процентов осуществляется m раз в год, то за год сумма вклада увеличится в $(1 + jm)m$ раз. Так как, с другой стороны, всегда должно выполняться соотношение для сложной процентной ставки:

$$S(t) = (1 + it)S_0, \text{ т. е.}$$

$$S(1) = (1 + i)S_0, \text{ то}$$

$$i = (1 + jm)m - 1.$$

Найденная таким образом сложная процентная ставка называется «эффективной», так как она характеризует настоящую доходность (эффективность) ссудной операции.

Теперь мы рассмотрим несколько примеров решения задач.

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.

Воспользуемся 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, а i – процентная ставка.

В нашей задаче дано: 100000; $t = \frac{1}{2}$; 10% = 0,1
Найти: $S(t) = ?$

Решение: $S(\frac{1}{2}) = (1 + 0,1 \cdot \frac{1}{2})100000 = 105000$ руб.

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 тысяч 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.

Воспользуемся методом вычисления сложных процентов. Формула для вычисления выглядит так

$$S(t) = (l + i)^t S_o,$$

где t – момент времени, S_0 – первоначальный размер вклада (задолженности), $S(t)$ – конечная денежная сумма, а i – процентная ставка.

В нашей задаче дано: 100000; $t = \frac{1}{2}$; 10% = 0,1;
Найти: $S(t) = ?$

Решение: $S(\frac{1}{2}) = (1 + 0,1)^{\frac{1}{2}} \cdot 100000 = 104881$

Из решения следует, что через полгода на счету вкладчика будет сумма, равная 104881 рублей.

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 вбудут 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:

$$30000(1 + \frac{10\%}{100\%})^3 = 30000 \cdot 1,1^3 = 39930.$$

Прибыль в этом случае равна $39930 - 3000 = 9930$.
Во втором случае годовой доход будет равен

$$3000 \cdot \frac{10\%}{100\%} = 3000.$$

Соответственно, прибыль за три года будет равна

$$3000 \cdot 3 = 9000.$$

Первый метод будет выгоднее второго на

$$9930 - 9000 = 930 \text{ руб.}$$

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 равна

$$3000 \cdot 10 = 30000.$$

Первый метод выгоднее второго на

$$47812,27 - 30000 = 17812,27.$$

На основании данной задачи можно сделать следующие выводы: а) наиболее прибыльный вариант составил 900 рублей; б) Через 10 лет разница составит 17812,27 руб.

Рассмотренные примеры расчета процентных ставок показывают важную роль использования современных математических методов в банковской деятельности.

Список литературы

1. Айдинова А.Т., Банникова Н.В., Белкина Е.Н. [и др.]. Производственный менеджмент в АПК // Деловые имитационные игры. – Ставрополь, 2013.
2. Мамаев И.И., Сахнюк П.А., Сахнюк Т.И. Применение карт Кохонена для анализа основных социально-экономических показателей административных районов Ставропольского края // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). – 2012. – № 12. – С. 66.
3. Бондаренко В.А., Мамаев И.И., Сахнюк П.А., Сахнюк Т.И. Модели математического анализа в решении задач природоохранной деятельности // Экономические, инновационные и информационные проблемы развития региона: материалы Международной научно-практической конференции, 2014. – С. 65-69.
4. 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.
5. Левушкина С.В., Сахнюк Т.И. Управление невостребованными земельными долями как залог эффективного использования земельных ресурсов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 72. – С. 270-278.
6. Белкина И.П., Сахнюк Т.И. Исследование проблем инновационного развития экономики России // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2011. – № 3. – С. 219-224.
7. Демченко И.А., Долгополова А.Ф., Гулай Т.А. Инвестиционная активность регионального АПК // Экономика сельского хозяйства России. – 2015. – №4. – С. 31-37.
8. Морозова О.В., Долгополова А.Ф. Системно-синергитический подход к обеспечению продовольственной безопасности страны // Фундаментальные исследования. – 2015. № 4-0. – С. 234-238.
9. 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. 31-37.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ПУЗЫРЬКА ПАРА В МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ

Козлова В.Р., Бородина Е.С., Яновский А.А.,
Симоновский А.Я.

Северо-Кавказский федеральный университет,
Ставрополь;

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

Магнитные жидкости, представляющие собой мелкодисперсные взвеси однодоменных частиц наноразмеров в различных жидких носителях, нашли широкое применение в технике.

Одно из наиболее важных применений магнитной жидкости – это использование их в качестве управляемого теплоносителя и охлаждающей среды [1...4]. При использовании магнитных жидкостей в качестве охлаждающей (закалочной) среды [5...8] особенно важную роль играют представления о механизмах влияния магнитного поля на интенсивность теплообмена в кипящей магнитной жидкости.

Настоящая работа посвящена развитию физических представлений и математической модели влияния магнитного поля на процессы образования, роста и отрыва пузырьков пара при кипении магнитной жидкости.

Современная точка зрения на механизмы переноса тепла при пузырьковом кипении обычных жидкостей связана с тем, что процесс теплообмена интенсифицируется в результате образования, роста и отрыва пузырьков пара на теплоотдающей поверхности. Интенсификация происходит за счет перемешивания пузырьками горячих вблизи нагревателя и холодных верхних слоев жидкости. Разумеется, помимо указанной роли пузырьков пара, они являются центрами испарения жидкости не только со свободной поверхности, но и внутрь объема.

В связи с этим представляется важным рассмотреть условия равновесия пузырька пара на поверхности теплообмена. Найти отрывной объем пузырьков, частоту образования, скорость всплытия и ряд других параметров образования, роста и отрыва пузырька пара.

Рассмотрим пузырек пара, расположенный на теплоотдающей поверхности при температуре T , находящемся в механическом и термодинамическом равновесии с окружающей средой.

Свободная энергия отрывающегося пузырька при постоянной температуре T и давлении пара в пузырьке P_v и постоянном давлении жидкости P_L определяется по формуле

$$\Delta G = \sigma \cdot (\Delta S) - V \cdot (\Delta P). \quad (1)$$

Здесь ΔG – свободная энергия образования пузырька, ΔS – площадь поверхности раздела пар-жидкость, σ – поверхностное натяжение жидкости на границе с насыщенным паром, V – объем пузырька и $\Delta P = P_v - P_L$.

Свободная энергия ΔG равна сумме энергии образования поверхности раздела пар-жидкость и работы, производимой над окружающей жидкостью при расширении $V(\Delta P)$.

Для сферического пузырька пара

$$\Delta S = 4\pi r^2 \text{ и } V = 4/3\pi r^3.$$

С учетом этого:

$$\Delta G = 4\pi r^2 \sigma - 4/3\pi r^3 (P_v - P_L).$$

В равновесии свободная энергия принимает минимальное значение. Тогда:

$$\frac{d\Delta G}{dr} = 4\pi [2r\sigma - r^2(P_v - P_L)] = 0 \quad (2)$$

или

$$P_v - P_L = 2\sigma/r. \quad (3)$$

Последнее выражение и представляет собой условие равновесия сферического пузырька на поверхности нагревателя.

С другой стороны, условием механического равновесия парового пузырька на твердой поверхности может служить уравнение

$$\sigma \cdot l = \Delta\rho gV, \quad (4)$$

где l – периметр основания сферического пузырька, сидящего на твердой горизонтальной поверхности, g – ускорение силы тяжести, $\Delta\rho = \rho_L - \rho_v$, ρ_L и ρ_v – плотности жидкости и пара соответственно. В последнем уравнении слева записана сила, удерживающая пузырек пара на поверхности, справа – Архимедова выталкивающая сила.

Все ранее сказанное справедливо для пузырька пара, находящегося на горизонтальной поверхности нагревателя без включенного магнитного поля.

В магнитном поле H на пузырек пара Архимедовой выталкивающей силы будут действовать силы магнитного поля.

При вычислении этих сил воспользуемся принципом независимости действия сил. То есть будем считать, что результат воздействия совокупности сил равен сумме воздействий отдельных сил. Если внешнее магнитное поле однородно и контейнер, в котором располагается магнитная жидкость, цилиндрический, в объеме магнитной жидкости с однородно распределенной температурой и магнитное поле будет однородным. При подогреве снизу плоским горизонтальным нагревателем в жидкости на толщине теплового пограничного слоя произойдет перераспределение магнитного поля в соответствии с зависимостью намагниченности жидкости от температуры.

Будем считать, что зависимость намагниченности жидкости от температуры подчиняется закону Ланжевена для парамагнетиков. В цилиндрическом столбе магнитной жидкости, находящейся в однородном внешнем поперечном к оси цилиндра магнитном поле H_0 , распределение магнитного поля будет подчиняться зависимости:

$$H = H_0 - N \cdot M(T), \quad (5)$$

где N – размагничивающий фактор, $M(T)$ – зависимость намагниченности жидкости от температуры (функция Ланжевена).

В этом случае в магнитной жидкости на толщине теплового пограничного слоя δ возникает градиент магнитного поля:

$$\nabla H = \frac{M(T_2) - M(T_1)}{\delta}, \quad (6)$$

где T_2, T_1 – температура жидкости и нагревателя соответственно.

Кроме того, на этой же толщине возникает и градиент намагниченности:

$$\nabla M = \frac{M(T_2) - M(T_1)}{\delta}. \quad (7)$$

В этом случае на пузырек пара в магнитной жидкости будет действовать суммарная сила:

$$F = (\rho_L - \rho_v) \cdot g + \mu_0 \cdot M \cdot \nabla H + \mu_0 \cdot H \cdot \nabla M$$

Если внешнее магнитное поле также неоднородно, то на пузырек пара в магнитной жидкости будет действовать суммарная сила:

$$F = (\rho_L - \rho_v)g + \mu_0 M \nabla H + \mu_0 H \nabla M + \mu_0 M \nabla H_e,$$

где ∇H_e – градиент внешнего магнитного поля.

С учетом сказанного, воспользовавшись формулой Фритца для отрывного диаметра пузырька D в обычной жидкости запишем выражение для отрывного диаметра пузырька в магнитной жидкости:

$$D = f(\theta) \sqrt{\frac{\sigma}{(\rho_L - \rho_v)g + \mu_0 M \nabla H + \mu_0 H \nabla M + \mu_0 M \nabla H_e}}, \quad (8)$$

где $f(\theta)$ – функция кривого угла θ .

Список литературы

1. Yanovskiy A.A., Simonovsky A.Y., Kholopov V.L., Chuenkova I.Y. Heat Transfer in Boiling Magnetic Fluid in a Magnetic Field // Solid State Phenomena. № 233-234. 2015. p.339-343.
2. 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, No. 3, pp. 260-266.
3. 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: сб. науч. трудов. – Ставрополь, 2013. – С. 159-163.
4. Яновский А.А. Управление теплообменными процессами при кипении магнитной жидкости на неограниченной поверхности при помощи магнитного поля / А.А. Яновский, А.Я. Симоновский // Физическое образование в вузах. – 2012. – Т.18, №1. – С. 35-36.
5. Яновский А.А., Симоновский А.Я. Математическое моделирование формы пузырька пара в кипящей магнитной жидкости // Научно-практическая конференция «Финансово-экономические и учетно-аналитические проблемы развития региона». – Ставрополь, 2013. – С. 490-493.
6. Яновский А.А. Тепло- и массоперенос поле в кипящей магнитной жидкости в однородном магнитном поле / А.А. Яновский, А.Я. Симоновски, Чуенкова И.Ю. // Труды XI Международной конференции «Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов». 2014. Ч.1. Курск. – С. 252-257.
7. Яновский А.А. К вопросу о теплообмене в кипящей магнитной жидкости / Яновский А.А., Симоновский А.Я., Холотов В.Л. // В сборнике: XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики сборки докладов. Составители Д.Ю. Ахметов, А.Н. Герасимов, Ш.М. Хайдаров. 2015. – С. 4336-4338.
8. Яновский А.А., Спасибов А.С. Математическое моделирование процессов в кипящих намагничивающихся средах // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 183-186.

ВЕЛИКИЕ ОТКРЫТИЯ АРХИМЕДА

Колесников К.А., Сергиенко А.С., Мелешко С.В.

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

Архимед был великим ученым, поэтому переоценить его вклад в развитие науки практически невозможно. Достижения древнегреческого философа во всех разделах математики действительно грандиозны. Пусть не все его труды хорошо сохранились, некоторые даже были утеряны, но те, что дошли до нас, поражают многих ученых и простых людей своей гениальностью. Он смог определить объемы цилиндра и шара, нашел объемы частей параболоидов вращения, дал основу для изучения спиралей, разрешил вопрос квадратуры круга. Практически все исследования, которые проводил Архимед, взаимосвязаны. Некоторые считают, что над всеми ними он работал в одно и то же время, но используя разные подходы. Для начала он использовал проверочный способ, а потом, когда добивался каких-то результатов, выводил строгое доказательство. Часто для этого он пользовался новыми методиками.

Можно долго рассуждать, какое из открытий Архимеда является самым важным. Мы начнем переби-

рать их все в поисках чего-то действительно грандиозного, по сравнению с чем все остальные начинают меркнуть на его фоне, но это почти невозможно, так как все они являлись революционными для того времени – например, его знаменитое: «Дайте мне точку опоры, и я переверну Землю» или же его знаменитое открытие вогнутых зеркал, с помощью которых он поджег римский флот во время битвы под Сиракузами в 212 году до нашей эры, положение основ интегрального исчисления, вычисление числа π , но мы все равно будем не правы. Открытия, которые совершил великий философ и гениальный математик Архимед, просто необходимы для человечества, так как они произвели огромный скачок в различных разделах математики и физики. Но все-таки Архимед считал своим самым главным открытием определенные соотношения объемов шара, цилиндра и конуса, чьи диаметры одинаковы и прямо пропорциональны высотам. Данное открытие помогло ему найти формулу для вычисления объемов и площадей поверхности данных тел. И он даже завещал выбить эти тела на своем надгробии.

Плутарх рассказывал об Архимеде: «Он был помешан на математике, бывало даже такое, что по несколько суток он не питался и не пил воду, и совершенно не следил за своим внешним видом».

Труды Архимеда присутствовали почти во всех областях математики того времени: ему принадлежат прекрасные исследования по алгебре, геометрии, арифметике. К открытиям Архимеда относятся следующие: частный случай многогранника, в области конических сечений был сделан большой скачок, так же ему присущ геометрический способ решения кубических уравнений вида

$$(a \pm x) = b,$$

с помощью параболы и гиперболы он находил решения данных уравнений. Великий ученый исследовал, при каких условиях корни уравнений будут иметь положительные различные корни, а при каких значениях они будут совпадать.

Главная математическая деятельность ученого была направлена на решения проблем, касающихся области математического анализа. Еще до Архимеда в Древней Греции ученые могли определять объемы призмы, цилиндра, пирамиды и конуса, находить площади круга и многоугольников. Но Архимед отыскал более простой метод нахождения объемов и площадей, для этого он усовершенствовал и мастерски применял метод для вычисления площади или объема криволинейных фигур, который когда-то открыл Евдокс Книдский. В своем труде «Метод механических теорем», для вычисления объемов он использовал бесконечно малые величины. Так в основе интегральных исчислений лежат идеи выдвинутые Архимедом. Сфера и конусы, имеющие общую вершину, которые вписаны, в цилиндр имеют следующие соотношения: цилиндр: сфера: два конуса – 3:2:1.

До Архимеда никто не мог установить объем шара, поэтому он считал это открытие главным и наилучшим из своих достижений, что даже попросил после своей смерти выбить на надгробной плите шар, который вписан в цилиндр. Возможно, у вас возникнет вопрос «Почему?». Ответ очень прост. Эти фигуры являются идеальными. Мы должны знать и понимать суть соотношения идеальных фигур, а так же их свойства, для того чтобы заложенный в них смысл нести в наш мир, который очень далек от идеала, в отличие от данных фигур. Вот соображения, с помощью которых он получил точную формулу для объема

шара. Пусть $[AC]$ и $[BD]$ – два взаимно перпендикулярных диаметра большого круга шара с центром K , а AFE – осевое сечение конуса, основания которого шар касается в центре – точке C . Второй конец диаметра AC совпадает с вершиной конуса. На круге с диаметром $|FE|$ (основе конуса) построим еще цилиндр, высота которого равна $|AC|$. Осевое сечение цилиндра – $GFEL$.

Отложим $|AH| = |AC|$ и рассмотрим равноплечный рычаг HAC с точкой опоры в A . Через любую точку S диаметра AC построим плоскость, перпендикулярную AC . Она пересечет цилиндр по кругу диаметром $|MN|$, шар – по кругу диаметром $|PO|$ и конус – по кругу диаметром $|RQ|$. Очевидно, что $|MS| = |AC|$ и $|QS| = |AS|$. Поэтому

$$|MS||SQ| = |AC||AS| = |AP|^2.$$

Потом

$$|AP|^2 = |PS|^2 + |AS|^2 = |PS|^2 + |SQ|^2.$$

Поскольку $|AH| = |AC|$, то

$$\frac{|AH|}{|AS|} = \frac{|AC|}{|AS|} = \frac{|MS|}{|SQ|} = \frac{|MS|^2}{|MS||SQ|},$$

или, на основе предыдущего равенства,

$$\frac{|AH|}{|AS|} = \frac{|MS|^2}{|SP|^2 + |SQ|^2}.$$

В одной из работ Архимеда «Квадратура параболы», было доказано, что сегмент параболы, отсекаемый от неё прямой, равняется $4/3$ площади вписанного в данный сегмент треугольника. Данную теорему он теоретически подтвердил, высчитав сумму бесконечного ряда:

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{4^n} = 1 + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{4^3} + \dots = \frac{4}{3}.$$

Всякое слагаемое последовательности является общей площадью треугольников, которые вписаны в неохваченную предыдущими членами ряда часть сегмента параболы.

Помимо вышеперечисленного, Архимед вычислил площадь поверхности для сегмента шара и витка открытой им «спирали Архимеда». Это произошло в III веке до нашей эры. В этом ему помог компас, с которым он экспериментировал длительное время. Он тянул стрелку с постоянной скоростью, вращая компас по спирали. В итоге получилась кривая, закрученная спиралью, расстояние между витками которой было равным. Так же, в других опытах, Архимед определил объемы:

сегментов шара – определенных частей шара, отсеченных от него плоскостями

$$V = \pi H^2 \left(R - \frac{1}{3} H \right),$$

эллипсоида – трехмерного аналога эллипса, описываемого тремя полуосями (a, b, c)

$$V = \frac{4}{3} \pi abc,$$

параболоида – поверхности второго порядка, не имеющей центра симметрии, описываемой каноническим уравнением $z = ax^2 + by^2$

$$V = \frac{1}{2} \pi r^2 H,$$

Двуполостного гиперboloида вращения – поверхность, которая в некоторой декартовой системе координат, описывается уравнением

$$\frac{z^2}{c^2} - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$$

$$V = \frac{\pi H}{3} \left(3R^2 - \frac{b^2 H^2}{a^2} \right).$$

Пройдя общий школьный курс, мы научились определять касательную к окружности. Древние греки так же могли определить касательные к эллипсу, гиперболе, а так же к параболе. Но как определить касательную в любой точке данных геометрических фигур? Данную задачу попытался решить Архимед, что у него в итоге получилось. Выдвинутый им метод решения данной задачи впоследствии лег в основу дифференциального исчисления.

Список литературы

1. Гулай Т.А., Жукова В.А., Мелешко С.В., Невидомская И.А. Математика (рабочая тетрадь) // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 2-2. – С. 255-256.
2. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Совершенствование математической подготовки студентов аграрных вузов // Инновационные векторы современного образования. – 2012. – С. 11-16.
3. Гулай Т.А., Мелешко С.В., Невидомская И.А., Яновский А.А. Рабочая тетрадь «математическая логика и теория алгоритмов» (учебное пособие) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8-2. – С. 169.
4. 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.
5. О квадратуре круга: [пер. с яз. оригинала работ Архимеда, Гюйгенса, Ламберта, Лежандра, Рудио] / Пер. под ред., с предисл. и примеч. С.Н. Бернштейн. – Одесса, 1911.VIII. – 155 с.

СЛУЧАЙНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ В БАНКОВСКОМ ДЕЛЕ

Копытина В.А.

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

Широкое распространение в современной экономике получили различные методы математической статистики. Они активно применяются в теории информации, теории надежности, в теории принятия решений, в астрономии, физике, в теории массового обслуживания и др. Следует подчеркнуть, что методы теории вероятностей не дают возможности предсказать точный исход случайного отдельного явления, но делают возможным предсказание среднего суммарного результата нескольких однородных случайных явлений.

Применение конкретного вероятностно-статистического метода принятия решений включает три этапа:

1. переход от экономической, технологической, управленческой реальности к теоретической математико-статистической схеме;
2. проведение расчетов и получение выводов только с помощью математических средств в рамках выбранной вероятностной модели;
3. трактование математико-статистических выводов относительно реальной ситуации и принятие необходимого решения.

Основная функция банка – выдача кредитов и привлечение из этого прибыли, поэтому будет разумной стратегия выдавать кредит в том случае, когда банк в определенной степени уверен, что условия кредита будут выполнены. Таким образом, появляется случайная величина – будет возвращен кредит или нет. Для того, чтобы определить, кому выдавать кредит,

а кому – нет, банк проводит анализ статистической информации. Это и кредитная история самого человека, и процент вернувших кредит в срок той категории людей, к которой относится заемщик и другие показатели. Данный анализ производится методами теории вероятностей и математической статистики – вычисление вероятности, вычисление математического ожидания, дисперсии и т.д.

Рассмотрим, например, следующую ситуацию. Банк выдает кредиты по 1 млн руб. сроком на 1 год. Вероятность невозврата кредита – 1%. Какую процентную ставку должен установить банк, чтобы в среднем иметь прибыль?

Обозначим ставку, измеряемую в долях от единицы через p (соответствует 100%). Прибыль банка будет величиной случайной, поскольку кредит вместе с процентами клиент может вернуть, а может и не вернуть. Закон распределения этой случайной величины следующий:

p	-1
0,99	0,01

Здесь первый столбец соответствует ситуации, когда клиент возвращает кредит с процентами и, таким образом, банк имеет доход p млн руб. Вероятность возврата – 99%. Оставшийся 1% приходится на риск невозврата и тогда банк теряет 1 млн руб., что и обозначено как доход равный (-1). Математическое ожидание случайной величины с таким законом распределения есть $0,99p - 0,01$. Смысл математического ожидания состоит в том, что при большом числе выдаваемых кредитов математическое ожидание дохода примерно равно среднему. Таким образом, решая неравенство $0,99p - 0,01 > 0$, имеем $p > 1/99$, то есть ставка должна быть больше чем $\frac{100}{90}\%$ (несколько больше, чем 1%).

Аналогичная ситуация складывается и с инвестициями. Некоторые инвестиции могут дать весьма значительную прибыль, а какие-то окажутся убыточными. Основными целями инвестиционной компании являются максимизация прибыли и минимизация риска убытков. Поскольку заранее точно предсказать результат инвестиций невозможно, то единственно возможным путем достижения этих целей оказываются статистические исследования.

Примером может быть следующая ситуация: вероятностный прогноз для величины X – процентного изменения стоимости акций по отношению к их текущему курсу в течение шести месяцев – дан в виде закона распределения:

X	5	10	15	20	25	30
P	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1

Требуется найти вероятность того, что покупка акций будет более выгодна, чем помещение денег на банковский депозит под 36% годовых.

Решение. Прирост суммы на банковском депозите при условии 3% в месяц составит через 6 месяцев: $[(1,03)^6 - 1]100\% = 19,4\%$. Вероятность того, что покупка акций выгоднее банковского депозита, определяется суммой вероятностей, соответствующих более высокому росту курса акций:

$$P(X > 19,4) = p_4 + p_5 + p_6 = 0,3 + 0,2 + 0,1 = 0,6.$$

Таким образом, вероятность того, что купить акции более выгодно, чем создание банковского депозита составляет 60%

Также с помощью статистических исследований можно оценить среднюю величину прибыли банка от

выдачи кредита. Банк выдает кредиты 5 млн руб. под 10% сроком на 1 год. Риск невозврата кредита оценивается как 1%. Для уменьшения этого риска банк приобретает страховой полис на каждый кредит на S млн руб., оплачивая страховой компании страховую премию в 2%. Оценить среднюю прибыль банка с одного кредита, если $S=1, 3, 5$ (страховой полис на 1 млн руб., 3 млн руб., 5 млн руб.).

Рассмотрим случайную величину $D = -0,02S + X$. Первое слагаемое определяет расходы банка на страховой полис, а второе – это случайная величина – сумма доходов и потерь банка, имеющая закон распределения:

0,5 млн руб.	$S = 5$ млн руб.
0,99	0,01

Для определения средней прибыли вычислим математическое ожидание:

$$M(D) = -0,02S - M(X) = -0,02S + 0,5 \cdot 0,99 + 0,01(S - 5) = -0,01S + 0,445.$$

Если приобретен страховой полис на 1 млн руб., то средняя прибыль составит 0,435 млн руб., если приобретен страховой полис на 3 млн руб., то средняя прибыль составит 0,415 млн руб., если приобретен страховой полис на 5 млн руб., то средняя прибыль составит 0,395 млн руб. Разумеется, приведенными примерами не исчерпываются все возможности использования теории вероятности и математической статистики для решения задач экономического характера. В реальной банковской деятельности подобные примеры встречаются часто.

Таким образом, теория вероятности – мощнейший механизм прогнозирования рыночных отношений и взаимосвязей, управления вложенным капиталом для получения прибыли. Вероятностные идеи стимулируют развитие всего комплекса знаний. А так как прогресс современного мира неотделим от использования и развития вероятностных идей и методов, трудно назвать какую-либо область исследований, где не применялись бы вероятностные методы.

Список литературы

1. Айдинова А.Т., Банникова Н.В., Белкина Е.Н., Воронин М.А., Германова В.С., Гурнович Т.Г., Ермакова Н.Ю., Казарова А.Я., Криулина Е.Н., Куренная В.В., Кусакина О.Н., Лапина Е.Н., Латышева Л.А., Остапенко Е.А., Сахнюк Т.И. Производственный менеджмент в АПК // Деловые имитационные игры. – Ставрополь, 2013.
2. Мамаев И.И., Сахнюк П.А., Сахнюк Т.И. Применение карт Кохонена для анализа основных социально-экономических показателей административных районов Ставропольского края // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). – 2012. – № 12. – С. 66.
3. Бондаренко В.А., Мамаев И.И., Сахнюк П.А., Сахнюк Т.И. Модели математического анализа в решении задач природоохранной деятельности // Экономические, инновационные и информационные проблемы развития региона: материалы Международной научно-практической конференции, 2014. – С. 65-69.
4. 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.
5. Левушкина С.В., Сахнюк Т.И. Управление неостребованными земельными долями как залог эффективного использования земельных ресурсов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 72. – С. 270-278.
6. Великова И.П., Сахнюк Т.И. Исследование проблем инновационного развития экономики России // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2011. – № 3. – С. 219-224.
7. Демченко И.А., Долгополова А.Ф., Гулай Т.А. Инвестиционная активность регионального АПК // Экономика сельского хозяйства России. – 2015. – № 4. – С. 31-37.
8. 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.
9. Морозова О.В., Долгополова А.Ф. Системно – синергический подход к обеспечению продовольственной безопасности страны // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 4-0. – С. 234-238.

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В АНАЛИЗЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Косякова А.В.

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

Применение экономико-математического моделирования в анализе хозяйственной деятельности позволяет достичь наиболее глубокого изучения воздействия отдельно взятых факторов на агрегированные экономические показатели деятельности предприятий, сокращения сроков осуществления анализа, повышения объективности и точности экономических расчетов. При использовании экономико-математических моделей в экономическом анализе осуществляется разработка и изучение экономико-математических показателей, которые описывают влияние отдельно взятых факторов на резюмирующие экономические показатели деятельности организаций.

Выделяют четыре основных вида экономико-математических моделей, используемых при анализе влияния отдельных факторов:

Мультипликативные модели определяются как произведение отдельных факторов, они используются, когда необходимо проанализировать воздействие различных факторов на какой-либо конечный показатель, при условии, что все факторы являются сомножителями, а полученный результат – их произведение.

$$Y = abc.$$

Используя данную формулу, мы можем рассчитать уровень влияния различных факторов на объемы выпускаемой продукции:

Постройте трехфакторную мультипликативную модель результативного показателя. Рассчитайте влияние факторов оптимальным с вашей точки зрения способом.

Среднегодовая стоимость основных производственных фондов, тыс. руб.:

$$\text{По плану} - t_0 = 8600, \text{ по факту} - t_1 = 8920.$$

$$\text{Удельный вес активной части ОПФ (k)}.$$

$$\text{По плану: } 0,57, \text{ по факту: } 0,55$$

$$\text{Фондоотдача активной части основных фондов, руб.}$$

$$\text{ФО по плану: } 1,25, \text{ по факту ФО} - 1,15$$

$$\text{ТП} = t k_a \cdot \text{ФО},$$

где ТП – объем выпущенной продукции, руб.; t – стоимость основных фондов производства, тыс. руб.; k_a – удельный вес активной части ОПФ; ФО – фондоотдача.

Рассчитаем влияние факторов на объем выпущенной товарной продукции.

Сначала найдем абсолютную разницу каждого из сомножителей:

$$d_t = 8920 - 8600 = 320;$$

$$d_k = 0,55 - 0,57 = -0,02;$$

$$d_{\text{фо}} = 1,15 - 1,25 = -0,1;$$

Плановое значение товарной продукции (тыс. руб.):

$$\text{ТП}_{\text{пл}} = t_{\text{пл}} k_{\text{пл}} \text{ФО}_{\text{пл}} = 8600 \cdot 0,57 \cdot 1,25 = 6127,5.$$

Фактическое значение товарной продукции (тыс. руб.):

$$\text{ТП}_{\text{ф}} = t_{\text{ф}} k_{\text{ф}} \text{ФО} = 8920 \cdot 0,55 \cdot 1,15 = 5641,9.$$

Аддитивные модели определяются как алгебраическая сумма отдельных взятых показателей. Подобные модели могут быть отражены с помощью следующей формулы:

$$y_i = \sum x_i.$$

При расчете величины затрат, удобно применить данную формулу:

Рассчитайте общую величину затрат предприятия, если трудовые затраты равны 50 чел. дней, материальные затраты – 2000000 руб., а амортизация равна 50000 руб.

$$З = ТЗ + МЗ + АЗ,$$

где З – общие затраты, ТЗ – трудовые затраты, МЗ – материальные расходы, АЗ – амортизация.

Тогда, $З = 50 + 2000000 + 50000 = 2050050$.

На примере данной задачи, мы увидели, как аддитивные модели применяются на практике.

Кратные модели – это соотношение отдельных факторов. Такие модели характеризуются формулой:

$$ОП = \frac{x}{y}$$

В конкретном случае ОП является обобщающим экономическим показателем, который находится под влиянием отдельных факторов x и y .

Определите продолжительность оборота оборотных активов, при условии, что средняя величина оборотных активов равна 950400 руб., а однодневный общий объем продаж – 500170 руб.

$$\Pi = \frac{ОА}{ОП},$$

где Π – продолжительность оборота, ОА – средняя величина оборотных активов, ОП – однодневный объем продаж.

$$\Pi = \frac{950400}{500170} = 1,9.$$

В результате использования кратной модели, мы определили однодневный общий объем продаж.

Смешанные модели – это объединение в единое целое уже рассмотренных выше видов моделей.

В обобщенном виде смешанная модель может быть представлена такой формулой:

$$Z = \frac{\sum_i x_i}{\sum_i y_i}.$$

Рассмотрим данную формулу на следующем примере:

Определите показатель рентабельности активов, на уровень которого влияют чистая прибыль (ЧП) – 950000 руб., величина внеоборотных активов (ВА) – 220000 руб., а величина оборотных активов (ОА) – 370000 руб.

$$R_a = \frac{ЧП}{ВА + ОА}.$$

Тогда, показатель рентабельности будет равен:

$$R_a = \frac{950000}{220000 + 370000} = 1,6.$$

Большое распространение в анализе хозяйственной деятельности получили многофакторные мультипликативные модели, так как они дают возможность изучить воздействие значительного количества факторов на обобщающие показатели и тем самым достичь большей точности и глубины анализа.

Таким образом, под экономико-математической моделью понимают математическое описание исследуемого экономического объекта или процесса. Данная модель выражает закономерности изменения

экономического процесса в абстрактном виде с помощью математических соотношений. Применение математического моделирования в экономике позволяет основательно осуществить количественный экономический анализ, увеличить область использования экономической информации.

Использование рассмотренных экономико-математических методов позволяет кардинально улучшить качество планирования и извлечь дополнительный эффект без внедрения в производство дополнительных ресурсов.

Список литературы

1. Айдинова А.Т., Банникова Н.В., Белкина Е.Н. [и др.]. Производственный менеджмент в АПК // Деловые имитационные игры. – Ставрополь, 2013.
2. Мамаев И.И., Сахнюк П.А., Сахнюк Т.И. Применение карт Кочона для анализа основных социально-экономических показателей административных районов Ставропольского края // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). 2012. – № 12. – С. 66.
3. Бондаренко В.А., Мамаев И.И., Сахнюк П.А., Сахнюк Т.И. Модели математического анализа в решении задач природоохранной деятельности // Экономические, инновационные и информационные проблемы развития региона: материалы Международной научно-практической конференции. 2014. – С. 65-69.
4. 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.
5. Левушкина С.В., Сахнюк Т.И. Управление невостребованными земельными долями как залог эффективного использования земельных ресурсов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – №72. – С. 270-278.
6. Беликова И.П., Сахнюк Т.И. Исследование проблем инновационного развития экономики России // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2011. – №3. – С. 219-224.
7. Экономико-математическое моделирование факторов экономического анализа посредством метода линейного программирования / Т.А. Гулай, А.Ф. Долгополова, Д.Б. Литвин, З.Г. Донец. // Аграрная наука, творчество, рост. – 2014. – С. 329-332.
8. Демченко И.А., Долгополова А.Ф., Гулай Т.А. Инвестиционная активность регионального АПК // Экономика сельского хозяйства России. – 2015. – №4. – С. 31-37.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ МАГНИТОЖИДКОСТНЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРОЦЕССОРА

Лежепекоев В.А., Боровиков Д.С., Яновский А.А.,
Симоновский А.Я.

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

Процессор является одним из самых важных элементов компьютера и выполняет важнейшую задачу обработки информации и выполнения программ. Несмотря на годы развития компьютерных технологий, процессор всё так же остается и одним из самых энергозатраченных и быстро нагреваемых элементов. Температура процессора в рабочем состоянии варьируется в пределах 60–80°C, а при максимальной нагрузке может достигать и 100, 110°C и даже выше, в зависимости от нагрузки процессора. Для охлаждения процессора обычно используют специализированные системы охлаждения, технологические основы которых, однако не меняются десятилетиями. Таким образом, задача качественного совершенствования систем охлаждения процессоров в настоящее время крайне актуальна.

Наиболее эффективными являются жидкостные системы охлаждения. В настоящей статье рассматриваются особенности жидкостного охлаждения, а также предлагается оригинальная модель системы охлаждения процессора на основе магнитной жидкости, разрабатываемая авторами.

Структурно жидкостные системы охлаждения представляют собой набор трубок и резервуаров, по которым с помощью помпы движется охлаждающая жидкость. Как правило стандартная система

жидкостного охлаждения ПК состоит из следующих элементов: водоблок процессора, помпа – необходима для прокачки жидкости в контуре охлаждения, резервуар – служит для аккумуляции из контура охлаждения и обеспечения запаса жидкости, радиатор – необходим для отдачи тепла из контура охлаждения в окружающую среду.

В настоящее время на рынке компьютерных комплектующих существует множество моделей систем жидкостного охлаждения, однако, все модели объединяет стандартная технология с использованием помпы и воды в качестве охлаждающей жидкости. Рассмотрим несколько моделей.

Deercool CAPTIAN 120. Главным отличием других систем охлаждения является расположение помпы поверх водоблока. Модель Deercool CAPTIAN 120 оснащена мощным вентилятором на 12x12 см, действующим с уровнем шума, равным всего 17.6–39.3 дБ. Скорость вращения составляет 600–2200 об/мин и может регулироваться в автоматическом режиме. Система охлаждения дополнена водоблоком из алюминия и меди, а также алюминиевым радиатором на 15.4x12x2.7 см.

Модуль Hydro Series H80i GT – это высокопроизводительный жидкостный охладитель процессора, разработанный для корпусов со стандартными креплениями для 120-миллиметровых радиаторов. Радиатор повышенной толщины 49 x 120 мм и два вентилятора SP120L с контролем обеспечивают максимально эффективный отвод тепла от высокопроизводительных процессоров.

Thermaltake Water 3.0 Ultimate – система жидкостного охлаждения необслуживаемого типа. Конструкция Water 3.0 Ultimate включает, совмещенный с помпой медный водоблок, который двумя шлангами связан с радиатором. На радиаторе помещается три вентилятора типоразмера 120 мм.

Водяному охлаждению не требуется большой объем системного блока для того, чтобы обеспечивать лучшую циркуляцию воздуха в самом системном блоке. Также важным преимуществом жидкостной системы охлаждения перед воздушной, является низкий уровень шума при работе ПК. Это является весомым аргументом в пользу жидкостной системы, особенно для людей, проводящих долгое время за работой на компьютере.

В результате проведенных исследований нами разработана и спроектирована принципиальная схема

опытного образца системы охлаждения процессора персонального компьютера с магнитной жидкостью в качестве теплоносителя (рис. 1). Данная система объединит в себе преимущество жидкостного охлаждения перед воздушным и новый механизм охлаждения, основанный на термомагнитной конвекции.

Предлагаемая нами система охлаждения состоит из жидкостного блока (1), устанавливаемого на процессоре (2), системы постоянных магнитов (3), насоса (4), радиатора (5), вентилятора (6) и соединительных трубок (7). Жидкостный блок (1) и соединительные трубки (7) заполнены магнитной жидкостью (8), которая циркулирует по замкнутому контуру и выступает в качестве хладагента. В системе охлаждения используется магнитная жидкость с концентрацией дисперсной фазы не менее 12%.

Рассмотрим принцип работы системы охлаждения. В результате работы процессора его поверхность нагревается до 65–75°C. Тепловой поток от процессора путем теплопроводности передается водяному блоку (1), который изготовлен из металла с высоким коэффициентом теплопроводности (алюминий или медь). Затем тепло от нижней стенки водяного блока (1) передается объему магнитной жидкости, содержащейся в нем. Слои магнитной жидкости с разной температурой начинают перемешиваться благодаря естественной (гравитационной) конвекции.

Так плоскость постоянных магнитов (3) расположена под углом к жидкостному блоку (1) таким образом, что поперечные сечения образуют конические сечения, то в области блока (1) создается градиент магнитного поля. Магниты (3) подбираются таким образом чтобы градиент магнитного поля составлял порядка 10^5 А/м² в области нахождения магнитной жидкости.

Вследствие создания необходимых условий для термомагнитной конвекции (градиентное магнитное поле порядка 100 кА/м², неравномерно прогревая по высоте магнитная жидкость), в объеме магнитной жидкости образуются термомагнитоконвекционные ячейки. Интенсивность такой циркуляции, по предварительным расчетам, превышает естественную гравитационную конвекцию на порядок.

В результате у поверхности процессора (в связи с тем, что напряженность магнитного поля там максимальна), постоянно находятся наиболее холодные слои магнитной жидкости. Это первый (малый) контур циркуляции в системе охлаждения.

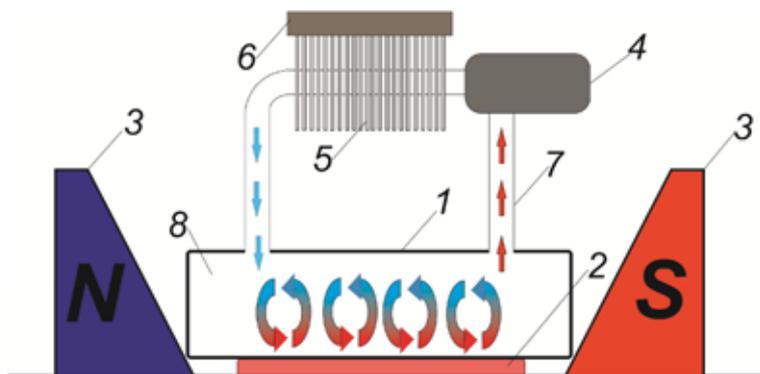


Схема опытного образца системы охлаждения процессора

Второй (большой) контур циркуляции обеспечивает охлаждения всего объема магнитной жидкости в целом. Циркуляция по второму контуру обеспечивается прокачкой насосом (4) магнитной жидкости через радиатор (5) по соединительным трубкам (7).

Таким образом, механизм термомагнитной конвекции, реализуемый в нашей системе охлаждения, и принудительная прокачка жидкости насосом (4) создают 2 контура циркуляции, которые обеспечивают охлаждение процессора наиболее холодными слоями магнитной жидкости. При использовании системы охлаждения на основе магнитной жидкости предполагается достичь преимуществ по сравнению с обычной жидкостной системой охлаждения процессоров на 5-7°C. Это существенно повысит производительность компьютеров и уменьшит уровень создаваемого шума.

Список литературы

1. Yanovskiy A.A., Simonovsky A.Ya., Kholopov V.L., Chuenkova I.Y. Heat Transfer in Boiling Magnetic Fluid in a Magnetic Field // Solid State Phenomena. № 233-234. 2015. p.339-343.
2. 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: сб. науч. трудов. – Ставрополь, 2013. – С. 159-163.
3. Яновский А.А. Управление теплообменными процессами при кипении магнитной жидкости на неограниченной поверхности при помощи магнитного поля / Яновский А.А., Симоновский А.Я. // Физическое образование в вузах. – 2012. – Т.18, №1. – С. 35-36.
4. Яновский А.А., Симоновский А.Я. Математическое моделирование формы пузырька пара в кипящей магнитной жидкости // Научно-практическая конференция «Финансово-экономические и учетно-аналитические проблемы развития региона». – Ставрополь, 2013. – С. 490-493.
5. Яновский А.А. Тепло- и массоперенос поле в кипящей магнитной жидкости в однородном магнитном поле / А.А. Яновский, А.Я. Симоновский, И.Ю. Чуенкова // Труды XI Международной конференции «Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов», 2014. Ч.1. Курск. – С. 252-257.
6. Рабочая тетрадь «Математическая логика и теория алгоритмов» (учебное пособие) / Т.А. Гулай, С.В. Мелешко, И.А. Невидомская, А.А. Яновский. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8-2. – С. 169.
7. Яновский А.А. К вопросу о теплообмене в кипящей магнитной жидкости / А.А. Яновский, А.Я. Симоновский, В.Л. Холопов // XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики сборник докладов / Составители: Д.Ю. Ахметов, А.Н. Герасимов, Ш.М. Хайдаров. 2015. – С. 4336-4338.
8. Яновский А.А., Спассилов А.С. Математическое моделирование процессов в кипящих намагничивающихся средах // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 183-186.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ РАСЧЁТАХ

Логонова Я.А., Долгополова А.Ф.

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

Ни для кого не секрет, что математика – фундаментальная, очень обширная наука, включающая в себя множество разделов. Так же нельзя не отметить её огромное значение в жизни каждого человека и человечества в целом. Практически все экономические и политические процессы тем или иным образом связаны с математическими расчётами, а все остальные науки хотя и в разной степени, но связаны с математикой. Одним из разделов математики является линейная алгебра, с помощью которой происходит изучение объектов линейной природы, векторных (линейных) пространств и т.д.

Первыми исследованиями в области линейной алгебры были решения системы линейных уравнений. Первым, кто уделил наибольшее внимание этой науке, был Готфрид Вильгельм Лейбниц, который в 1693 г. стал активно применять линейную алгебру на практике. В начале XX века линейная алгебра стала обязательным предметом для изучения в средних и высших образовательных учреждениях.

Что же используется в линейной алгебре? В первую очередь это решение систем линейных уравнений, составление матриц, нахождение детерминантов и изучение векторов и векторных пространств. Чтобы хоть немного вникнуть в сущность линейной алгебры, нужно знать значение основных понятий этого раздела.

Матрица – математический объект, который записывают в виде прямоугольной таблицы элементов, которая представляет собой совокупность строк и столбцов, на пересечении которых находятся её элементы. Количество строк и столбцов матрицы задают её размер.

Система линейных уравнений – это объединение m линейных уравнений, каждое из которых содержит n переменных. Записывается в виде:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_{ij} = b_i, i = 1, \dots, m,$$

Вектор – направленный отрезок, который можно перемещать в пространстве параллельно самому себе, так же вектор – это элемент некоторого непустого множества, на котором определены две операции: сложение и умножение векторов на вещественные числа.

Векторное пространство – это математическая структура, которая представляет собой множество векторов, для которых определены операции сложения векторов между собой и умножение на число. Если под множеством векторов понимать элементы любой природы, то множество называется линейным пространством.

Нельзя не отметить, что все эти понятия используются не только в линейной алгебре, но и в других сферах, например, в экономике. Так как экономический анализ практически всегда сопровождается математическими подсчётами количественных изменений, линейная алгебра неразрывно связана с ней, хотя это и две разные области знаний, которые имеют разные предметы изучения. Наиболее распространённый метод решения экономических задач – составление матриц, которые имеют широкое применение в экономических исследованиях, так как большинство реальных экономических ситуаций удобно описывать простой и компактной матричной форме.

Например: дана таблица средних розничных цен на автомобили в зависимости от срока их службы и года выпуска.

Продолжительность службы (годы)	Годы выпуска автомобилей		
	2011	2012	2013
1	10500	10820	11200
2	9320	9500	10000
3	7500	7999	8400
4	5684	5890	6300

Таблицу можно записать в виде матрицы следующим образом:

$$A = \begin{pmatrix} 10500 & 10820 & 11200 \\ 9320 & 9500 & 10000 \\ 7500 & 7999 & 8400 \\ 5684 & 5890 & 6300 \end{pmatrix}.$$

Можно увидеть, что в строках отображены цены автомобилей, прослуживших одно и то же количество лет, а в столбцах – цены автомобилей, выпущенных в одно время, но эксплуатируемых разное количество времени. Таким образом можно увидеть, что каждый элемент матрицы отражает годы эксплуатации автомобиля и год его выпуска.

Применение матриц так же используется при решении экономических задач, рассмотрим это на следующем примере: Предприятие по производству сельскохозяйственной техники выпускает товары трех видов: тракторы (P1), комбайны (P2) и культиваторы (P3) и использует два типа сырья: чёрный металл (S1), и цветной металл (S2). Нормы расхода запасов металла отображены в матрице:

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

где каждый элемент a_{ij} показывает, сколько единиц сырья j -го типа расходуется на производство единицы продукции i -го вида. План выпуска продукции задан матрицей-строкой $C = (90 \ 50 \ 140)$. Стоимость единицы каждого типа сырья – матрицей-столбцом:

$$B = \begin{pmatrix} 40 \\ 60 \end{pmatrix}.$$

Необходимо найти общую стоимость сырья. Для это нужно посчитать затраты первого сырья. Они составляют $S_1 = 4 \cdot 90 + 6 \cdot 50 + 2 \cdot 140 = 940$ единиц, а затраты второго:

$$S_2 = 8 \cdot 90 + 1 \cdot 50 + 5 \cdot 140 = 1470 \text{ единиц.}$$

Значит, затраты сырья S могут быть записаны в виде матрицы строки $S = (940 \ 1470)$ и произведения:

$$S = CA = (90 \ 50 \ 140) \begin{pmatrix} 4 & 8 \\ 6 & 1 \\ 2 & 5 \end{pmatrix} = (940 \ 1470).$$

Общая стоимость двух видов металла составит $Q = 940 \cdot 40 + 1470 \cdot 60 = 125800$ (денежных единиц).

Рассмотрим ещё одну задачу:

Завоз определённых товаров на склады можно отобразить в следующих матрицах:

$$A_1 = \begin{pmatrix} 5 & 84 & 8 \\ 11 & 65 & 12 \\ 10 & 21 & 46 \end{pmatrix} \text{ – ввоз товаров на первый склад,}$$

$$A_2 = \begin{pmatrix} 51 & 111 & 28 \\ 9 & 15 & 4 \\ 32 & 91 & 7 \end{pmatrix} \text{ – ввоз товаров на второй склад,}$$

Требуется найти сумму завоза всех товаров за год если производится ежемесячный завоз идентичных партий товара.

Найдём суммарный завоз:

$$A_1 + A_2 = \begin{pmatrix} 56 & 195 & 36 \\ 20 & 80 & 16 \\ 42 & 112 & 53 \end{pmatrix}.$$

Далее мы можем найти годовой завоз:

$$12(A_1 + A_2) = \begin{pmatrix} 672 & 2340 & 432 \\ 240 & 960 & 192 \\ 504 & 1344 & 636 \end{pmatrix}.$$

Вычислив с помощью матриц годовой завоз товаров на первый и второй склады, мы смогли получить ответ.

Также можно решать экономические задачи путём составления системы линейных уравнений. Рассмотрим на примере: Предприятие выпускает три вида продукции, используя сырьё трех видов. Характеристики производства, которые нужны нам для решения данной задачи, представлены в таблице.

Вид сырья	Расход сырья по видам продукции, вес. ед./изд.			Запас сырья, вес. ед
	1	2	3	
1	5	2	6	2470
2	7	4	9	3845
3	3	8	2	2450

Нужно определить объем выпуска продукции каждого вида при заданных запасах сырья.

Такие задачи используются при прогнозировании расхода сырья на производстве и определении уровня экономического функционирования предприятия.

Обозначим неизвестные объемы выпуска продукции через x_1 , x_2 и x_3 . Тогда при условии полного расхода запасов каждого вида сырья можно составить соотношения, которые образуют систему трех уравнений с тремя неизвестными:

$$\begin{cases} 5x_1 + 2x_2 + 6x_3 = 2470 \\ 7x_1 + 4x_2 + 9x_3 = 3845 \\ 3x_1 + 8x_2 + 2x_3 = 2450 \end{cases}$$

Решив эту систему любым способом (Методом Гаусса, Крамера, матричным методом и т.д.), мы получим объемы выпуска продукции при заданном количестве сырья:

$$x_1=120; x_2=200; x_3=245.$$

Экономические расчёты с использованием матриц очень удобны тем, что в них можно компактно записать множество переменных. К недостаткам можно отнести невозможность прогнозировать изменение этих переменных в будущем. Помимо матриц и матричных уравнений в экономике часто используются и векторы.

Например, можно вычислить производственные показатели предприятия, которые отображены в следующей таблице.

Вид изделий	Количество изделий	Расход сырья	Норма времени изготовления	Цена
1	30	5	7	15
2	70	10	9	14
3	20	2	12	16
4	15	3	15	26

Необходимо определить следующие ежедневные показатели: расход сырья A, затраты рабочего времени B и стоимость C выпускаемой продукции предприятия. По приведенным данным составим векторы, которые характеризуют весь производственный цикл:

$$\vec{p} = (30, 70, 20, 15) \text{ – вектор ассортимента;}$$

$$\vec{a} = (5, 10, 2, 3) \text{ – вектор расхода сырья;}$$

$$\vec{b} = (7, 9, 12, 15) \text{ – вектор затрат рабочего времени;}$$

$$\vec{c} = (15, 14, 16, 26) \text{ – ценовой вектор.}$$

Тогда величины, которые нам нужно найти, будут равны скалярным произведениям вектора ассортимента на три других вектора:

$$A = \bar{p}\bar{a} = 30 \cdot 50 + 70 \cdot 10 + 20 \cdot 2 + 15 \cdot 3 = 935 \text{ кг};$$

$$B = \bar{p}\bar{b} = 30 \cdot 7 + 70 \cdot 9 + 20 \cdot 12 + 15 \cdot 15 = 1305 \text{ ч};$$

$$C = \bar{p}\bar{c} = 30 \cdot 15 + 70 \cdot 14 + 20 \cdot 16 + 15 \cdot 26 = 2140 \text{ ден. ед.}$$

На примере этих задач можно наглядно увидеть, какой существенный вклад вносит линейная алгебра в изучение экономики. Нельзя переоценить пользу использования методов линейной алгебры в экономических задачах. Конечно, не все экономические процессы и изменения можно описать данным способом, но большинство расчётов существенно упрощается в результате использования матричной и векторной алгебры.

Список литературы

1. 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: Сборник научных трудов по материалам IV Международной научно-практической конференции*, 2014. – С. 329-332.
2. Долгополова А.Ф., Гулай Т.А., Литвин Д.Б. *Финансовая математика в инвестиционном проектировании (учебное пособие)* // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2014. – № 8-2. – С. 178-179.
3. Мамаев И.И., Долгополова А.Ф. Профессиональная направленность в обучении студентов математическим дисциплинам // *Аграрная наука, творчество, рост*. – 2013. – С. 268-371.
4. Шмалько С.П. Ступение учебной профессионально ориентированной информации по математике при обучении студентов-экономистов. // *Теория и практика общественного развития*. – 2011. – №6. – С. 150-155.
5. Шмалько С.П. Формирование профессионально ориентированного мышления у студентов экономических направлений // *Культурная жизнь Юга России*. – 2010. – № 1. – С. 99-101.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРЯМЫХ ЗАТРАТ В МОДЕЛИ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА

Никонова Я.С., Фахрудинова А.К.

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

Основным инструментом построения и сохранения необоходимых пропорций в многоотраслевой экономике (да и в целом в народном хозяйстве) является балансовый метод и создаваемые на его основе различные балансовые модели [1].

Принципиальная схема многоотраслевого баланса производства и распределения совокупного продукта в стоимостном выражении может быть построена следующим образом.

Пусть рассматриваемая производственная сфера хозяйства состоит из n отраслей. Изучим их работу за некоторый промежуток времени (к примеру, за отчетный год). С этой целью введем следующие обозначения:

x_i – общий (валовой) объем продукции i -й отрасли, $i = \overline{1, n}$;

x_{ij} – объем продукции i -й отрасли, потребляемой j -й отраслью при производстве объема продукции x_j ;

y_i – объем продукции i -й отрасли, используемый в непроеизводственной сфере (так называемый продукт конечного потребления).

Балансовый метод многоотраслевой связи состоит в том, что валовой выпуск i -й отрасли должен быть равен сумме объемов продукции, потребляемой производственной и непроеизводственной сферах [2], то есть:

$$x_i = x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in} + y_i, \quad i = \overline{1, n}. \quad (1)$$

Данные уравнения называются соотношениями баланса.

Введя так называемые коэффициенты прямых материальных затрат по формуле:

$$a_{ij} = x_{ij} / x_j, \quad (2)$$

выражающие затраты продукции i -й отрасли на производство единицы продукции j -й отрасли, уравнения баланса можно записать в виде [3]:

$$x_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + y_i, \quad i = \overline{1, n}. \quad (3)$$

или в более компактной (матричной) форме [4]

$$X = AX + Y, \quad (4)$$

где $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ – вектор валового продукта; $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)^T$ – вектор конечного продукта;

$A = (a_{ij}), \quad i, j = \overline{1, n}$ – матрица прямых материальных затрат (технологическая или структурная матрица) [5].

Эти уравнения впервые получены и подробно изучены в 1936 г. американским ученым В. Леонтьевым, а позднее получили название уравнений межотраслевого баланса или линейной моделью Леонтьева.

Полученные уравнения баланса можно использовать в двух направлениях [6]:

1) либо по вектору конечного потребления определяют (планируют) величину валового выпуска;

2) либо по известному вектору валового выпуска X находят вектор конечного потребления $Y = X - AX$.

Из перечисленных двух задач первая составляет основную задачу межотраслевого баланса.

В соответствии с экономическим смыслом параметров, входящих в уравнения (1), следует, что векторы X, Y и матрица A должны быть положительными (т.е. должны быть положительными элементы, их составляющие: $x_i \geq 0; y_i \geq 0; a_{ij} \geq 0, \quad i, j = \overline{1, n}$) [8].

Рассматривая вопрос о разрешимости уравнения (4), сначала перепишем его в виде:

$$(E - A)X = Y. \quad (5)$$

Если матрица $E - A$ невырожденная, т.е. ее определитель $|E - A| \neq 0$, то это означает, что уравнение (5) имеет единственное решение [9]:

$$X = (E - A)^{-1} Y, \quad (6)$$

где обратная матрица $(E - A)^{-1} = S = (s_{ij}), \quad i, j = \overline{1, n}$ называется матрицей полных материальных затрат [10]. Выясняя экономический смысл ее элементов, в качестве вектора конечного продукта Y возьмем последовательно единичные векторы $Y_i = (0, 0, \dots, 1, 0, \dots, 0)^T, \quad i = \overline{1, n}$, i -я координата которых равна единице. Им соответствуют векторы валового продукта $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})^T, \quad i = \overline{1, n}$. Следовательно, каждый элемент s_{ij} матрицы S выражает величину выпуска продукции i -й отрасли, необходимого для производства единицы конечного продукта j -й отрасли: $y_j = 1, \quad j = \overline{1, n}$.

Поскольку в дальнейшем нас будут интересовать только положительные решения уравнения (4), то укажем некоторые условия существования таких решений.

Матрица A с неотрицательными элементами $a_{ij} \geq 0$, $i, j = \overline{1, n}$ называется продуктивной, если для $\forall Y \geq 0$ существует положительное решение $X \geq 0$. В этом случае и модель Леонтьева также называется продуктивной [11].

Следующие теоремы выражают достаточные условия продуктивности модели Леонтьева.

Теорема 1. Если для матрицы A с положительными элементами $a_{ij} \geq 0$, $i, j = \overline{1, n}$ и некоторого $Y \geq 0$ уравнение (4) имеет положительное решение $X \geq 0$, то матрица продуктивна.

Теорема 2. Матрица A с положительными элементами $a_{ij} \geq 0$, $i, j = \overline{1, n}$ продуктивна, если:

- 1) $\sum_{i=1}^n a_{ij} \leq 1$, $j = \overline{1, n}$
- 2) хотя бы для одного из столбцов $\sum_{i=1}^n a_{ij_0} < 1$.

Теорема 3. Для того чтобы матрица A была продуктивной, необходимо, чтобы элементы матрицы $S = (E - A)^{-1}$ были положительными, т.е. $s_{ij} \geq 0$, $i, j = \overline{1, n}$.

Чтобы наглядно разобраться в вышеизложенном, рассмотрим конкретный пример.

В таблице приведены данные об исполнении баланса между двумя видами отраслей за некоторый период.

Отрасль	Внутрипроизводственное потребление, ден. ед.	Конечный продукт, x_i	Валовой продукт, y_i
Энергетика	8	20	80
Машиностроение	12	16	100

Необходимо вычислить:

1) величину конечного продукта, если вектор валового выпуска составил бы

$$X = (100, 140)^T;$$

2) необходимый объем выпуска отраслей, если объем конечного потребления увеличить до уровня

$$Y = (100, 150)^T.$$

Сначала, используя данные таблицы и формулу (2), составим матрицу прямых затрат

$$A = \begin{pmatrix} 0,1 & 0,25 \\ 0,12 & 0,16 \end{pmatrix}$$

и затем построим матрицу полных затрат

$$E - A = \begin{pmatrix} 0,9 & -0,25 \\ -0,12 & 0,84 \end{pmatrix}.$$

1) величину конечного продукта вычислим по формуле (5):

$$Y = \begin{pmatrix} 0,9 & -0,25 \\ -0,12 & 0,84 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 100 \\ 140 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 55 \\ 105,6 \end{pmatrix}.$$

2) поскольку определитель матрицы

$$|E - A| = \begin{vmatrix} 0,9 & -0,25 \\ -0,12 & 0,84 \end{vmatrix} = 0,726 \neq 0,$$

то эта матрица обратима следующим образом

$$(E - A)^{-1} = \frac{1}{0,726} \begin{pmatrix} 0,84 & 0,25 \\ 0,12 & 0,9 \end{pmatrix}.$$

Из последней формулы следует, что все элементы матрицы $(E - A)^{-1}$ положительны. Следовательно, согласно теореме 3 матрица A продуктивна и решение системы (5) положительно при любых значениях конечного продукта, в частности и при $Y = (100, 150)^T$:

$$X = \frac{1}{0,726} \begin{pmatrix} 0,84 & 0,25 \\ 0,12 & 0,9 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 100 \\ 150 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 167,355 \\ 202,479 \end{pmatrix}.$$

Таким образом, чтобы обеспечить конечный продукт в объеме $Y = (100, 150)^T$, валовой выпуск в энергетической отрасли нужно поднять до 167,355 ден. ед., а в машиностроительной – до 202,479 ден. ед.

Таким образом, метод Леонтьева отличает ясность и простота, универсальность и глобальность, другими словами пригодность для экономики отдельных стран и регионов, для мирового хозяйства в целом, следовательно, межотраслевой анализ может служить основным инструментом стратегического планирования [12].

Список литературы

1. Литвин Д.Б., Шайтор А.К., Роговая Н.А. Метод коррекции свойств объекта управления // Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем: сб. науч. статей по материалам III Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь: СтГАУ, 2012. – С. 5–8.
2. Система контроля условий транспортировки ценных грузов / Д.Б. Литвин, И.П. Шепеть, С.М. Бражнев, К.А. Протасов, Е.Д. Литвина // Экономические, инновационные и информационные проблемы развития региона: сб. науч. статей по материалам Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь: СтГАУ, 2014. – С. 184–186.
3. Экономико-математическое моделирование факторов экономического анализа посредством метода линейной программирования / Т.А. Гулай, А.Ф. Долгополова, Д.Б. Литвин, З.Г. Донец // Аграрная наука, творчество, рост. 2014. – С. 329–332.
4. Решение систем алгебраических уравнений в среде MATLAB / И.П. Шепеть, С.М. Бражнев, Д.Б. Литвин, Е.Д. Литвина, К.А. Протасов // Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях: сб. науч. статей в 2-х ч. по материалам Междунар. науч.-практ. конф.; под общ. науч. ред. д.т.н., проф. В.Е. Жидкова. – Ставрополь, 2014. Ч. 1. – С. 158–162.
5. Литвин Д.Б., Цыплакова О.Н., Родина Е.В. Моделирование экономических процессов в пространстве состояний // Теоретические и прикладные аспекты современной науки: сб. науч. тр. по материалам Международной науч.-практ. конф. Ставрополь, 2014. – С. 62–66.
6. Метод повышения точности измерения векторных величин / Д.В. Бондаренко, С.М. Бражнев, Д.Б. Литвин, А.А. Варнавский // НаукаПарк, 2013. – № 6 (16). – С. 66–69.
7. 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.
8. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Государственное регулирование в системе агробизнеса // Учетно-аналитические и финансово-экономические проблемы развития региона: сб. науч. тр. по материалам Ежегодной 76-й науч.-практ. конф. (г. Ставрополь, 24 апреля 2012 г.). – Ставрополь: СтГАУ, 2012. – С. 202–207.
9. Литвин Д.Б., Гулай Т.А., Долгополова А.Ф. Применение операционного исчисления в моделировании экономических систем // Аграрная наука, творчество, рост. 2013. – С. 263–265.
10. 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.

11. Литвин Д.Б., Дроздова Е.А. Математическое моделирование в среде визуального программирования // Современные наукоемкие технологии. 2013. – № 6. – С. 77-78.

12. Литвин Д.Б., Шепеть И.П. Моделирование роста производства с учетом инвестиций и выбытием фондов // Социально-экономические и информационные проблемы устойчивого развития региона: Международная науч.-практ. конф., 2015. – С. 114-116.

КЛАССИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ

Осыченко А.А., Черкова Т.В.

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный университет», Ставрополь, e-mail: dolgoplova.a@mail.ru

Классическую модель рыночной экономики можно рассматривать как систему взаимосвязанных моделей, каждая из которых выражает поведение одного из трех рынков: рабочей силы, денег и товара.

Модель наиболее подходит для описания экономики в совершенной конкуренции. В условиях действия монополий она не работает.

Одной из важнейших долгосрочных целей экономической политики правительства любой страны является стимулирование экономического роста, поддержание его темпов на стабильном и оптимальном уровне. Необходимо иметь четкое представление о том, что такое экономический рост, какие факторы его стимулируют, а какие, наоборот, сдерживают. В экономической теории разрабатываются динамические модели экономического роста, которые помогают исследовать условия достижения оптимального (равновесного) темпа экономического роста для каждой конкретной страны и вырабатывать эффективную долгосрочную экономическую политику.

В данной работе рассмотрим категорию экономического роста; рыночной экономики: рабочей силы, денег и товара.

Наиболее простое определение и исчисление экономического роста связано с важнейшим показателем национальных счетов – ВВП (или ВНП) в реальном, т.е. очищенном от инфляции, выражении. Если экономика какой-либо страны в состоянии воспроизвести больше совокупного продукта, чем его было произведено в предыдущий период времени, то в таком случае принято говорить о расширенном воспроизводстве. Именно динамика расширенного воспроизводства характеризует экономический рост.

Экономический рост – это увеличение реального ВВП при полной занятости в результате расширения производственного потенциала страны за определенный период времени. Темпы экономического роста вычисляются в темпах прироста реального ВВП в процентном выражении и обычно подсчитываются за год. Однако в зависимости от характера исследования, этот показатель можно рассчитать за месяц, квартал, десятилетие, т.е. за какой угодно целесообразный период времени. Под темпами прироста ВВП понимается отношение разницы между реальным ВВП в рассматриваемом и в предыдущем периодах к реальному ВВП в предыдущем периоде:

$$Y = \frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}} 100\% = \frac{\Delta Y}{Y_{t-1}} 100\%,$$

где – Y_t объем реального ВВП в рассматриваемом периоде, а Y_{t-1} объем реального ВВП в предыдущем периоде.

Экономический рост является динамическим совокупным показателем и характеризует состояние экономики страны в целом во временном аспекте. Подобный показатель можно рассчитать и для отдельных секторов экономики, отрасли, предприятия. В статистических справочниках можно увидеть

нулевые темпы экономического роста и даже отрицательные. Конечно же, показатель реального ВВП не может идеально точно измерять темпы экономического роста и определять состояние экономики. Экономический рост не может быть беспредельным. Существуют границы, за которыми он становится или невозможным, или признается социально опасным. Прежде всего, ограничение роста связано с объективной ограниченностью ресурсов и их невоспроизводимостью. Уже сейчас развитие многих отраслей промышленности сталкивается с исчерпанием запасов энергоносителей, руд многих металлов, а сельского хозяйства – с ограниченностью земельных площадей, пригодных для использования. Многие ресурсы просто невоспроизводимы ни при какой технике и технологии, что можно считать объективной границей экономического роста.

Рынок рабочей силы, как и другие, описывается с помощью трех зависимостей: функции спроса, функции предложения и условия равновесия. В классической модели функция спроса на рабочую силу выводится из двух гипотез:

- фирмы полностью конкурентны при предложении товаров и найме рабочей силы;
- при прочих равных условиях предельный продукт труда снижается по мере рабочей силы.

Из этих гипотез следует то, что в состоянии равновесия предельный продукт труда в стоимостном выражении равен ставке заработной платы w :

$$p \frac{\partial F}{\partial L} = w,$$

где p – цена продукта; $F = F(K, L)$, при этом K – фонды; L – число занятых.

Из этого соотношения вытекает, что при падении ставки заработной платы предельный продукт так же будет падать, пока снова не будет достигнуто равновесие.

Теория спроса на деньги в классической модели основывается на гипотезе, что совокупный спрос на деньги – это функция денежного дохода, причем прямо пропорциональная денежному доходу:

$$M^D = kYp.$$

Предложение денег M^S рассматривается как фиксированная, экзогенно заданная величина.

Если при данном Y цена $p < p^0$, то имеется избыточное предложение денег $M^S - M^D(p)$, в этом случае постулируется, что цена возрастает до уровня p^0 .

Спрос на товары – это сумма спроса на потребительские и инвестиционные товары $E = C + I$. Согласно модели $C = C(r)$, причем $C(r)$, $I(r)$ как функции нормы процента r убывают с ростом r .

В классической модели предложение товаров является функцией уровня занятости, определяемого на рынке рабочей силы $Y = Y(L^0)$. Условие равновесия состоит в том, что предложение товаров $Y(L^0)$ равно спросу на товары $E = C(r) + I(r)$.

Объединяя уравнения и условия, задающие рынок рабочей силы, денег и товаров, получаем классическую модель в полном объеме.

Рынок рабочей силы:

$$L^S = L^S \left(\frac{w}{p} \right);$$

$$L^S \left[\left(\frac{w}{p} \right) \right] = L^D \left[\left(\frac{w}{p} \right) \right] = L^0.$$

Рынок денег:

$$M^S = M^D, \quad M^D = kpY,$$

$$M^S = M^D = kp^0Y.$$

Рынок товаров:

$$Y = Y(L^0), \quad E = C(r) + I(r),$$

$$Y(L^0) = C(r^0) + I(r^0) = Y^0.$$

Таким образом, каждый рынок задается кривыми спроса и предложения и точки равновесия. Достаточно одному из рынков выйти из состояния равновесия, как и все остальные рынки выйдут из состояния и потом будут стремиться к некоторому новому состоянию динамического равновесия.

Предприятие является монополистом на региональном рынке труда и продает готовую продукцию на конкурентном внешнем рынке.

Производственная функция предприятия в краткосрочном периоде имеет такой вид:

$$Q_L = 300L - L^2,$$

где Q – выпуск, тыс. шт.; L – объем труда, который используется, тыс. чел. Функция предложения труда на региональном рынке описывается формулой

$$L_S = 2W - 160.$$

Цена готовой продукции на внешнем рынке составляет 0.5 ден. ед. Определите, какое количество труда будет использовать монополист, какой уровень заработной платы она установит, какое количество продукции будет продавать на внешнем рынке и какую выручку она получит?

Решение. Функция предельного продукта в денежном выражении будет иметь вид (первая производная от производственной функции)

$$MP_L = 300 - 2L,$$

Предельные расходы на труд будут представлять:

$$W = 80 + 0,5L;$$

$$TRC = 80L + 0,5L^2;$$

$$MRC = 80 + L.$$

Приравняв предельный продукт труда в денежном выражении к предельным расходам на труд, найдем оптимальное количество рабочих для монополии:

$$150 - L = 80 + L.$$

Оптимальное количество рабочих составляет 35 тыс. чел.

С помощью функции предложения труда найдем уровень заработной платы, который установит монополист, 97,5 ден. ед. Подставив оптимальный объем использования рабочей силы в формулу производственной функции, получим объем выпуска – 9275 тыс. ед. Выручка монополиста равняется 4637,5 тыс. ден. ед.

В современных условиях рыночной экономики, в ситуации связанной с экономическими рисками максимальную прибыль получает умеющий рассчитать, заметить и распознать риски, спрогнозировать их и минимизировать. Это главная причина успешности любого экономического процесса.

Список литературы

1. Арзамасцева В.А., Головки Е.С., Мелешко С.В. Применение теории вероятности в сфере кредитования // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 3-4. – С. 451-453.
2. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Совершенствование математической подготовки студентов аграрных вузов // Инновационные векторы современного образования. – 2012. – С. 11-16.
3. Гулай Т.А., Жукова В.А., Мелешко С.В., Невидомская И.А. Математика (рабочая тетрадь) // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 2-2. – С. 255-256.
4. 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.
5. Литвин Д.Б., Цыплакова О.Н., Родина Е.В. Моделирование экономических процессов в пространстве состояний // Теоретические и прикладные аспекты современной науки: сборник статей Международной научно-практической конференции. / Отв. за вып. А.Г. Иволга; ФБГОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», 2014. – С. 62-66.
6. Мелешко С.В., Попова С.В. Дистанционные технологии как необходимый компонент внеаудиторной самостоятельной работы студентов при изучении математики // European Social Science Journal. – 2012. – № 9-1 (25). – С. 108-115.
7. 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.
8. Яновский А.А., Симоновский А.А., Савченко П.И. Моделирование гидрогазодинамических процессов в кипящей магнитной жидкости // Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона, 2013. – С. 159-163.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ И ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В ЭКОНОМИКЕ

Сикоренко М.А., Ушакова В.С.

ФГБОУ ВПО СтГАУ, Ставрополь,
e-mail: dolgopolova.a@mail.ru

Раздел математики, базирующийся на математических методах сбора, систематизации, обработки, интерпретации статистических данных, а также на использовании их для научных или практических выводов называется математической статистикой. В свою очередь, правила и методы математической статистики основаны на теории вероятностей, которая позволяет оценить точность и надежность выводов, получаемых после обработки статистического материала. В то же время под статистическими данными понимают сведения о числе объектов в более или менее обширной совокупности, которым присущи те или иные признаки.

В математической статистике по типу решаемых задач принято выделять три раздела.



Рис. 1. Классификация математической статистики по типу решаемых задач

В зависимости от видов обрабатываемых статистических данных математическая статистика делится на четыре направления.

когда сделанные на основе выборочных данных выводы переносятся на всю совокупность (например, с выборки на всю партию продукции).



Рис. 2. Классификация математической статистики по видам обрабатываемых данных

Как наука математическая статистика зарождается с работ немецкого математика Карла Фридриха Гаусса (1777-1855), который исследовал и обосновал метод наименьших квадратов (1795 г.), основываясь на теории вероятностей. Крупный вклад в математическую статистику в конце XIX в. – начале XX в. внесли английские исследователи К. Пирсон (1857-1936) и Р.А. Фишер (1890-1962), а заложили основы непараметрической статистики советские математики: академик А.Н. Колмогоров (1903-1987) и член-корреспондент АН СССР Н.В. Смирнов (1900-1966).

Стоит отметить, что знания в области математической статистики расширяются и в настоящее время. Так, широко применяются следующие методы обработки данных:

Доказательные методы опираются на вероятностные модели соответствующих реальных явлений и процессов, а именно на модели поведения потребителей, возникновения рисков, функционирования технологического оборудования, получения результатов эксперимента.

Невероятностные методы обработки данных являются поисковыми. Они используются только при предварительном анализе данных, так как с их помощью невозможно оценить точность и надежность выводов, полученных на основании ограниченного статистического материала.

Специфические методы. С помощью данных методов статистического анализа проводится анализ точности и стабильности технологических процессов, а также статистическая оценка качества. К специфическим методам относят методы статистического приемочного контроля над качеством произведенной продукции, статистического регулирования технологических процессов и оценки надежности.

Вероятностные и статистические методы применяются там, где есть возможность построить и обосновать вероятностную модель исследуемого явления или процесса. Их применение обязательно в случаях,

Вероятностно-статистический метод принятия решений включает 3 этапа:

1. переход от экономической, управленческой, технологической реальности к абстрактной математико-статистической схеме (построение вероятностной модели системы управления, технологического процесса, процедуры принятия решений, в частности по результатам статистического контроля)

2. проведение вычислений и, как следствие, получение выводов чисто математическими средствами на основе вероятностной модели;

3. использование математико-статистических выводов в реальной ситуации и принятие в соответствии с этим конкретного решения (например, соответствие или несоответствие качества продукции установленным требованиям, необходимость наладки технологического процесса).

Методы математической статистики широко распространены в экономике, в частности, в таких сферах, как кредитование, страхование, инвестирование. Рассмотрим некоторые примеры, демонстрирующие возможности математической статистики.

При принятии решения о выдаче кредита заемщику, банку необходимо проанализировать статистическую информацию, а именно кредитную историю самого человека, способность заемщика погасить кредит в срок и тому подобное. Этот анализ и производится с помощью методов теории вероятностей и математической статистики (вычисление вероятности, вычисление среднего, дисперсии, математического ожидания).

К примеру Банковская организация выдает займы по 1 млн руб. сроком на 1 год. Вероятность невозврата кредита – 1%. Какую процентную ставку должен установить банк, чтобы в среднем иметь прибыль?

Обозначим ставку, измеряемую в долях от единицы, через p (соответствует 100%). Прибыль банка будет величиной случайной, поскольку кредит вместе с процентами клиент может вернуть, а может и не вер-

нать. Закон распределения этой случайной величины следующий:

p	-1
0,99	0,01

Здесь первый столбец соответствует ситуации, когда клиент возвращает кредит с процентами и, таким образом, банк имеет доход p млн.руб. Вероятность возврата – 99%. Оставшийся 1% приходится на риск невозврата и тогда банк теряет 1 млн руб., что и обозначено как доход равный -1. Математическое ожидание случайной величины с таким законом распределения есть $0,99p - 0,01$. Смысл математического ожидания состоит в том, что при большом числе выдаваемых кредитов математическое ожидание дохода примерно равно среднему. Таким образом, решая неравенство $0,99p - 0,01 > 0$, имеем $p > 1/99$, то есть ставка должна быть больше чем 100/99% (несколько больше, чем 1%).

Разработка стратегии работы страховых компаний также базируется на применении методов математической статистики. Страховая компания анализирует статистические данные по наступлению различных страховых случаев и условий, в которых они наступили. Таким образом, величина страхового взноса определяется путём оценки вероятности наступления страхового случая у страхователя.

Аналогичная ситуация складывается и с инвестициями.

Банк выдает кредиты 5 млн руб. под 10% сроком на 1 год. Риск невозврата кредита оценивается как 1%. Для уменьшения этого риска банк приобретает страховой полис на каждый кредит на S млн. руб., оплачивая страховой компании страховую премию в 2%. Оценить среднюю прибыль банка с одного кредита, если $S=1, 3, 5$ (страховой полис на 1 млн руб., 3 млн руб., 5 млн руб.).

Рассмотрим случайную величину $D = -0,02S + X$. Первое слагаемое определяет расходы банка на страховой полис, а второе – это случайная величина – сумма доходов и потерь банка, имеющая закон распределения:

0,5 млн руб.	$S - 5$ млн руб.
0,99	0,01

Для определения средней прибыли вычислим математическое ожидание:

$$\begin{aligned} MD &= -0,02S + MX = \\ &= -0,02S + 0,5 \cdot 0,99 + 0,01 \cdot (S - 5) = \\ &= -0,07S + 0,445. \end{aligned}$$

Если приобретен страховой полис на 1 млн руб., то средняя прибыль составит: 0,435 млн руб., если приобретен страховой полис на 3 млн руб., то средняя прибыль составит: 0,415 млн руб., если приобретен страховой полис на 5 млн руб., то средняя прибыль составит: 0,395 млн руб.

Разумеется, приведенными здесь примерами не исчерпываются все возможности использования теории вероятности и математической статистики для решения задач экономического характера.

Таким образом, статистика направлена на решение практических задач, применяемых в реальной жизни, исходя из чего развиваются и обосновываются новые методы анализа статистических данных. Теория вероятностей и математическая статистика широко применяются во многих смежных науках, в частности, в экономике. С помощью статистических

методов проводится анализ точности и стабильности технологических процессов, а также статистическая оценка качества.

Список литературы

1. Арзамасцева В.А., Головки Е.С., Мелешко С.В. Применение теории вероятности в сфере кредитования // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3-4. – С. 451-453.
2. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Совершенствование математической подготовки студентов аграрных вузов // Инновационные векторы современного образования. – 2012. – С. 11-16.
3. Гулай Т.А., Мелешко С.В., Невидомская И.А., Яновский А.А. Рабочая тетрадь «математическая логика и теория алгоритмов» (учебное пособие) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8-2. – С. 169.
4. 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.
5. Литвин Д.Б., Цыплакова О.Н., Родина Е.В. Моделирование экономических процессов в пространстве состояний // Теоретические и прикладные аспекты современной науки сборник статей Международной научно-практической конференции. / Отв. за вып. А.Т. Иволга; ФБГОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет». 2014. – С. 62-66.
6. Манастырская Е.С., Невидомская И.А. Теория вероятностей как теоретическая основа математической статистики // Современные наукоемкие технологии. – № 5-2. – 2014.
7. Подолько Е.А. Математические методы в экономике // Сибирский торгово-экономический журнал. – №7. – 2008.
8. Мелешко С.В., Попова С.В. Дистанционные технологии как необходимый компонент внеаудиторной самостоятельной работы студентов при изучении математики // European Social Science Journal. – 2012. – № 9-1 (25). – С. 108-115.
9. Шмалько С.П. Формирование профессионально ориентированного мышления у студентов экономических направлений. // Культурная жизнь Юга России. – 2010. – № 1. – С. 99-101.

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТИ В КВАНТОВОЙ ФИЗИКЕ

Хаустов П.А.

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

Теория вероятности представляет собой раздел математики, изучающей закономерности массовых случайных явлений. Однако, область ее применения не ограничивается одной только математикой, а активно используется в различных областях науки, например в различных разделах физике, о чем пойдет речь в данной статье. На рубеже девятнадцатого и двадцатого веков многие ученые пытались, с точки зрения классической физики, объяснить принцип поведения электронов и других элементарных частиц, однако их попытки потерпели неудачу, ввиду того, что фотоны и электроны проявляли то свойства волн (интерференция), то свойства частиц (отражение, преломление), то есть имели некий дуализм, который впоследствии был назван корпускулярно-волновым. Только в 1926 году получилось устранить, казавшуюся невозможность сочетания этих свойств, а наука, изучающая поведение таких частиц, получила название квантовой, однако из-за несовершенных приборов было невозможно полностью описать их поведение, и тут на помощь пришла теория вероятности. То есть надо было только вычислить вероятность, того что мы получим определенный результат. Однако позже выяснилось, что обычное сложение вероятностей по законам теории Лапласа не подходит, ввиду очень малых размеров исследуемых объектов. Но, не подчиняясь законам, само понятие вероятности не претерпевает изменений, то есть вероятность p наступления события A будет равно отношению благоприятных исходов опыта m к общему числу проведенных опытов:

$$P(A) = \frac{m}{n}.$$

Следовательно, нам стоит лишь изменить способ вычисления вероятности в квантовой механике. Для нахождения такой формулы проводилось множество экспериментов, в основном мысленных, в данной статье я опишу один из них. Предположим, что

у нас есть схема, которая состоит из слабого источника электронов (S), расположенного в некой области точки А, экран В с двумя отверстиями и за линией С детектор электронов, фиксирующий пролет частиц.

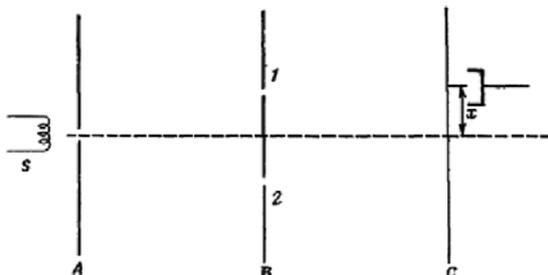


Рис. 1. Схема опыта

В результате электрон, выпущенный из источника, пролетает через одно из отверстий и регистрируется детектором, который может быть расположен на расстоянии x от С. В итоге мы имеем функцию x от вероятности p , то есть возможность попадания электрона в точку x . Данный график будет представлять собой сложную кривую и должен подчиняться функции плотности распределения вероятности, имеющей вид:

$$P(x) = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx .$$

По теории вероятности, частица, летящая из источника в некоторую точку x , должна проходить через одно из открытых отверстий. Применяя формулу сложения вероятностей $P_{(1+2)} = P_1 + P_2$, мы должны получить кривую d , однако результат опыта представляет собой график a , который совпадает с картиной интерференции волн – явления наложения двух колебаний, при которых появляются точки максимума и минимума. Чтобы найти эту вероятность воспользуемся введением новой величин – амплитуды волны. Данную величину назовем амплитудой вероятности, квадрат которой будет равен нашей вероятности. Тогда общая формула принимает вид: $P = I^2$, с учетом $I = I_1 + I_2$. Получим в итоге: $P = I_1^2 + I_2^2$.

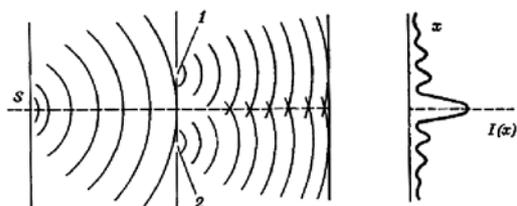


Рис. 2. Явление интерференции

И тут возникает парадокс, проследивая пролеты частиц и регистрируя через какое отверстие он пролетает и проверив экспериментально правильность построение кривых b и c , в итоге получим кривую d , которая будет равна формуле сложения вероятностей:

$$P = P_1 + P_2 . \quad (3)$$

Таким образом, теория вероятности сыграла очень важную роль в становлении квантовой физики, ввиду отсутствия нужного оборудования, только она помогла в понимании поведения элементарных частиц.

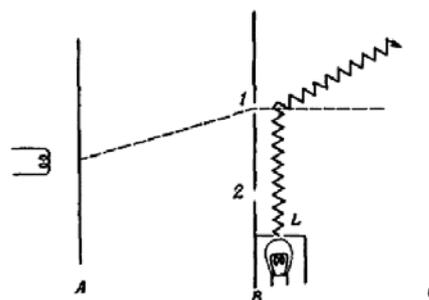


Рис. 3. Схема опыта с осветителем

Список литературы

1. Трофимова Т.И., Курс физики: учебное пособие для вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 560 с.
2. Рабочая тетрадь «Математическая логика и теория алгоритмов» (учебное пособие) / Т.А. Гулай, С.В. Мелешко, И.А. Невидомская, А.А. Яновский. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8-2. – С. 169.
3. 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: сб. науч. трудов. – Ставрополь, 2013. – С. 159-163.
4. Яновский А.А. Управление теплообменными процессами при кипении магнитной жидкости на неограниченной поверхности при помощи магнитного поля/ Яновский А.А., Симоновский А.Я. // Физическое образование в вузах. – 2012. – Т.18, №1. – С. 35-36.
5. Яновский А.А., Симоновский А.Я. Математическое моделирование формы пузырька пара в кипящей магнитной жидкости // Научно-практическая конференция «Финансово-экономические и учетно-аналитические проблемы развития региона». – Ставрополь, 2013. – С. 490-493
6. Яновский А.А. Тепло- и массоперенос поле в кипящей магнитной жидкости в однородном магнитном поле / Яновский А.А., Симоновский А.Я., Чуенкова И.Ю. // Труды XI Международной конференции «Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов». 2014. Ч.1. Курск. – С. 252-257.
7. Яновский А.А. К вопросу о теплообмене в кипящей магнитной жидкости / Яновский А.А., Симоновский А.Я., Холопов В.Л. // В сборнике: XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики сборник докладов. Составители: Д.Ю. Ахметов, А.Н. Герасимов, Ш.М. Хайдаров. 2015. – С. 4336-4338.
8. Яновский А.А., Спасибов А.С. Математическое моделирование процессов в кипящих намагничивающихся средах // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 183-186.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ВЕКТОРНОЙ АЛГЕБРЫ В ЭКОНОМИКЕ

Шабалина Т.В.

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

Как показывает практика, в наше время экономисту необходима серьезная математическая подготовка. Поэтому в данной работе рассмотрим некоторые аспекты применения векторной алгебры при решении задач с экономическим содержанием. Рассмотрим некоторые теоретические вопросы, использующиеся в данной теме. При введении прямоугольной системы координат на плоскость, каждому вектору X (направленному отрезку) приводится в соответствие пара чисел, x_1, x_2 – координат этого вектора. Это можно записать с помощью равенства $X=(x_1, x_2)$. Аналогично будет и в трехмерном пространстве $\vec{X}=(x_1, x_2, x_3)$. Подытожив факты, получим следующее определение, в котором n означает любое натуральное число. Любая последовательность из n действительных чисел x_1, x_2, \dots, x_n , которые называются компонентами вектора, и есть арифметический n -мерный вектор. Обозначается n -мерный вектор: $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$.

Как будет видно далее, векторы очень удобно использовать для описания реальных процессов, в том числе экономических. Например, под товаром понимаются некоторый товар или услуга, поступившие

в продажу в определенном месте и в определенное время.

Предположим, что имеется n различных товаров, количество i -го товара обозначается x_i , тогда некоторый набор товаров обозначается $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$, т.е. является n -мерным вектором. Будем рассматривать, как принято, только неотрицательные количества товаров, поэтому для любого $i = 1, n, x_i \geq 0$ или $X \geq 0$. Пространство товаров – множество всех наборов товаров. Далее предположим, что каждый товар имеет цену. Все цены могут быть только положительными. Тогда вектор $C=(c_1, c_2, \dots, c_n)$ есть вектор цен, при условии, что цена единицы i -го товара есть c_i . Вектор цен и вектор набора товара имеет одинаковую размерность. Для вектора цен $C=(c_i)$ и набора товаров $X=(x_i)$ их скалярное произведение $CX = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$ есть число, называемое ценой набора товаров или его стоимостью.

Рассмотрим несколько задач с применением векторов в экономике. Пусть завод производит мужские, женские и детские ролики. Тогда объем его производства V за год можно записать как вектор $V=(M, L, K)$, где M – объем производства за год мужских велосипедов, L – женских, K – детских. Допустим, что объем производства в 2013 г. был $V_{2013}=(500, 400, 2000)$. Предположим, что объем производства в 2014 г. был на 10% больше объема производства в 2013 г., следовательно, объем производства в 2014 г. есть вектор $V_{2014}=1.1V_{2013}$. Пусть торговая фирма «Велосипеды» приобрела половину всей продукции завода, тогда в 2013 г. фирма купила $W=0.5V_{2013}$, т.е. вектор закупки – $W=(500, 400, 2000)$. Предположим, что в стране всего 2 завода по производству роликов, объемы производства которых в 2013 г. были $Q_1=(500, 400, 2000)$, $Q_2=(800, 1000, 4000)$. Тогда оба завода произвели вместе в 2013: $Q=Q_1+Q_2=(1300, 1400, 4000)$, т.е. 1300 мужских, 1400 женских и 6000 детских роликов. На данном примере – производстве роликов – мы рассмотрели такие операции над векторами, как сложение векторов и умножение вектора на число.

Также можно рассмотреть следующую задачу. Коммерческий банк, участвующий в строительстве сети социальных аптек в Ставрополе, предпринял усилия по получению кредитов в 4 коммерческих банках: «Сбербанк», «ВТБ24», «Московский индустриальный банк», «Россельхозбанк». Каждый из них предоставил кредиты в размерах соответственно 10, 30, 20 и 40 млрд. руб. под годовую процентную ставку 25, 15, 30 и 20%. В данном случае речь идет о двух векторах: трехмерном векторе кредитов $K=(10, 30, 20, 40)$ и векторе процентных ставок $P=(25, 15, 30, 20)$. Для расчетов вместо вектора процентных ставок P удобнее использовать вектор коэффициентов $P_1=(1.25, 1.15, 1.3, 1.2)$. Используя простой расчет, управляющий коммерческим банком может определить, сколь придется платить по истечении года за кредиты, взятые у банков: $KP_1 \cdot 1.2 = 120$ млрд. руб. На данном примере мы рассмотрели применение операции скалярного произведения векторов.

Очень интересным является использование элементов векторной алгебры, которую можно рассмотреть в следующей задаче. Предприятие выпускает ежедневно четыре вида изделий, основные производственно-экономические показатели которых приведены в таблице.

Следует рассчитать следующие ежедневные показатели: расход сырья S , затраты рабочего времени T и стоимость P выпускаемой продукции предприятия.

Вид изделия	Количество изделий, ед.	Расход сырья, кг	Норма времени изготовления ч/изд.	Цена изделия ден. ед./изд.
1	10	2	9	35
2	40	3	4	20
3	30	7	14	44
4	20	6	7	25

Решение. Составим четыре вектора, характеризующие весь производственный цикл по данным таблицы:

$$\vec{q} = (10, 40, 30, 20) \text{ – вектор ассортимента,}$$

$$\vec{s} = (2, 3, 7, 6) \text{ – вектор расхода сырья,}$$

$$\vec{t} = (9, 4, 14, 7) \text{ – вектор затраты рабочего времени,}$$

$$\vec{p} = (35, 20, 44, 25) \text{ – ценовой вектор.}$$

Тогда искомые величины будут представлять собой соответствующие скалярные произведения вектора ассортимента \vec{q} на три других вектора, т.е.

$$S = \vec{q}\vec{s} = 20 + 120 + 210 + 120 = 470,$$

$$T = \vec{q}\vec{t} = 810 \text{ ч,}$$

$$P = \vec{q}\vec{p} = 2970.$$

Применение векторов подробно описано в следующей задаче. Побывав на Омском экспериментальном заводе сельскохозяйственной техники, были определены ежесуточные экономические показатели ОЭЗ, которые представлены в таблице.

Экономические показатели ОЭЗ

Вид изделия	Расход сырья (кг)	Время изготовления	Количество изделий	Цена изделий (руб.)
Плуг	50	120	6	90000
Борона	40	150	5	14000
Лушитель-ник	60	420	7	50000
Каток	90	220	4	300000

Необходимо найти цены на сельскохозяйственную технику, расходы и затраты сырья.

Решение. Для рассмотрения производственного процесса введем 4 вектора: \vec{P} – вектор расхода сырья; \vec{T} – вектор времени; \vec{B} – вектор изделия товара; \vec{C} – вектор цены.

В соответствии с данными таблицы получим:

$$\vec{P} = (50; 40; 60; 90); \vec{T} = (72, 15, 42, 20);$$

$$\vec{B} = (6; 5; 7; 4);$$

$$\vec{C} = (90000; 14000; 50000; 300000).$$

Очевидно, что соответствующие скалярные произведения векторов, представляющие искомые величины, будут делиться на три других вектора:

$$\vec{B}\vec{T} = 6 \cdot 120 + 5 \cdot 150 + 7 \cdot 420 + 4 \cdot 220 = 720 + 750 + 2940 + 880 = 5290 \text{ ч;}$$

$$\vec{B}\vec{P} = 6 \cdot 50 + 5 \cdot 40 + 7 \cdot 60 + 4 \cdot 90 = 300 + 200 + 420 + 360 = 1280 \text{ кг;}$$

$$\begin{aligned} \vec{BC} &= 6 \cdot 90000 + 5 \cdot 14000 + 7 \cdot 50000 + 4 \cdot 300000 = \\ &= 540000 + 70000 + 350000 + 1200000 = \\ &= 2160000 \text{ денежных единиц.} \end{aligned}$$

По результатам решения можно сделать следующий вывод, что необходимо потратить сырья в размере 1280 килограмм, при этом на это потребуется 5290 часа и 2160000 денежных единиц.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в современной математике и ее приложениях векторы играют важную роль. Векторы так же широко применяются в теории относительности, квантовой физике, в классической механике Галилея-Ньютона (в ее современном изложении), в математической экономике и многих других разделах естествознания, не говоря уже о применении векторов в различных областях математики.

Список литературы

1. Долгополова А.Ф., Гулай Т.А., Литвин Д.Б. Математическое моделирование социально-экономических систем // Учетно-аналитические и финансово-экономические проблемы развития региона Ежегодная 76-я научно-практическая конференция Ставропольского государственного аграрного университета «Аграрная наука – Северо-Кавказскому региону», 2012. – С. 283-286.
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: Сборник научных трудов по материалам IV Международной научно-практической конференции, 2014. – С. 329-332.
3. Долгополова А.Ф., Гулай Т.А., Литвин Д.Б. Финансовая математика в инвестиционном проектировании: учебное пособие // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 8-2. – С. 178-179.
4. Долгополова А.Ф., Мелешко С.В., Цыплакова О.Н. Применение анализа чувствительности модели при восстановлении финансового равновесия предприятия // Аграрная наука Северо-Кавказскому федеральному округу: Сборник научных трудов по материалам 80-й Ежегодной научно-практической конференции. Ставропольский государственный аграрный университет, 2015. – С. 98-103.
5. Мамаев И.И., Долгополова А.Ф. Профессиональная направленность в обучении студентов математическим дисциплинам // Аграрная наука, творчество, рост. – 2013. – С. 268-371.
6. Шмалько С.П. Формирование профессионально ориентированного мышления у студентов экономических направлений // Культурная жизнь Юга России. – 2010. – №1. – С. 99-101.
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.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УСВОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Шевелева М.С., Дутова А.Д.

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

Для получения высокого личностного результата в изучении математики, необходимо использовать различные методы обучения. Традиционно используются объяснительно-иллюстративные, алгоритмизированные формы и методы обучения, так как они направлены на быструю передачу учащимся большого объема информации (формулы, правила, алгоритмы, свойства, теоремы, готовые доказательства).

Одним из требований к условиям реализации основных образовательных программ (ООП) бакалавриата в рамках ФГОС ВПО третьего поколения является внедрение и широкое применение в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

В зависимости от уровня познавательной активности в учебном процессе выделяют несколько моделей обучения: пассивное, активное и интерактивное.

При пассивном обучении преподаватель выступает в роли источника знаний, является основным действующим лицом, студент же выступает в роли объекта обучения. Студент записывает лекцию и не вступает в словесный контакт с преподавателем.

При активном обучении студент проявляет себя. Он, в данном случае, является субъектом обучения, выполняя задания, общаясь с преподавателем, выражая свое мнение, проявляя творческую и индивидуальную сторону.

Одним из направлений активного обучения является интерактивное.

Интерактивный метод («Inter» – это взаимный, «act» – действовать) – означает взаимодействовать, находиться в режиме беседы, диалога с кем-либо. То есть, студент общается не только с преподавателем, но и со своими одноклассниками. Преподаватель в этот момент становится не только источником знаний, но и консультантом, наставником.

Очень часто используются технологии, например, интерактивное обучение при помощи компьютера, планшета. Многие вузы практикуют их использование, особенно за рубежом. В век новых технологий это становится все более и более популярным и востребованным.

Из многообразия интерактивных форм и методов обучения, разработанных в области дидактики, выделим те, которые наиболее полно учитывают специфику предмета и могут успешно применяться при изучении математики:

- интерактивная лекция (проблемная лекция, лекция с запланированными ошибками, лекция вдвоем, лекция-визуализация, лекция-диалог);
- диалоговая форма обучения (предполагает разработку целенаправленной системы вопросов, поиск ответов на которые служит основой для включения студентов в дискуссию, в самостоятельный поиск необходимой информации);
- групповая форма работы (парами, фронтальная, индивидуальная, микрогруппы);
- совместная деятельность студентов по решению задач недетерминированного характера.
- дидактические и ролевые игры (предоставляют преподавателю дополнительные возможности по организации закрепления, повторения, систематизации пройденного материала, подготовки студентов к контрольной работе или зачету, проверке знаний, умений и навыков, применения результатов обучения, формирования у студентов новых знаний);
- лабораторная работа (студенты под руководством преподавателя и по заранее намеченному плану выполняют определенные практические задания);
- дискуссия (публичное обсуждение или свободный вербальный обмен знаниями, суждениями, идеями или мнениями по поводу какой-либо проблемы);
- метод «мозгового штурма» (участники обсуждения высказывают большое количество вариантов решения той или иной задачи, примера).

В зависимости от изучаемого содержания могут использоваться также метод «круглого стола», курсы практических работ с их обсуждением, тренинги, кейс-метод (разбор конкретных производственных ситуаций), моделирование производственных процессов или ситуаций.

Насколько этот метод эффективен в преподавании математики?

Во-первых, это зависит от компетентности преподавателя, его грамотной подачи материала.

Во-вторых, возможности группы студентов необходимо тоже учитывать. Многие люди не могут интерактивно работать, вступать в контакт не только с преподавателем, но и со своими одноклассниками. Им легче решить ту или иную задачу своими усилиями и только при затруднении обратиться за помощью к другому человеку.

И, наконец, в-третьих, интерес обучающихся. Многие студенты не расположены к интерактивно-

му изучению дисциплины, возможно, что и к самому традиционному. А чтобы добиться эффективного результата, студент должен проявить свою активность, самое главное, заинтересованность и увлечение в изучении предмета.

На наш взгляд, интерактивный метод обучения очень эффективен, так как он помогает студенту в обучении, облегчает задачу преподавателю, а главное, дает прогрессивный результат в изучении такого сложного и трудноусваиваемого предмета математика.

Выше мы упоминали о том, что XXI век является веком новых технологий, и интерактивный метод обучения очень тесно связан с использованием различных видов электронных машин. Внедрение в обучение техники – это несомненный подъем общества.

Информационная и технологическая база нашего университета дает невероятные возможности студентам в изучении дисциплин. Например, наш факультет Социально-культурного сервиса и туризма оснащен по последнему слову техники. В каждой аудитории находятся проектор, компьютер с доступом в интернет. Просмотр презентаций, изучение графиков и схем происходит намного проще, удобнее и быстрее. Немаловажную роль играют и доски нового формата. Мы используем интерактивные доски, которые удобны в обращении.

Благодаря новым технологиям мы имеем возможность работать в ускоренном процессе, а самое главное – плодотворно. В сознании современной молодежи уже давно сформировалось «электронное» понимание мира, так как многие из нас пользуются смартфонами, ноутбуками, планшетами, ведь это удобно. И, как нам кажется, применение техники в учебном процессе – настоящий подъем современного обучения.

В заключение вспомним о таком сложном процессе, как обучение студентов.

Обучение – сложный творческий процесс. Только целенаправленное обучение и напряженное мышление может принести какие-то плоды. Отсюда вытекает педагогический вывод: если не научить студента мыслить при освоении нового материала, то велика вероятность того, что функция запоминания будет неполноценной, потому что будет отсутствовать понимание, а оно является главной основой запоминания.

Совершенствовать методику преподавания можно только в том случае, когда преподаватель умеет целенаправленно управлять мыслительной деятельностью студента, активизируя ее. Управлять таким видом деятельности преподаватель может опираясь на психолого-педагогические знания, методику объяснения и обучения студентов данной дисциплине.

В этом раскрывается взаимосвязь внутренних и внешних процессов студентов. Под внутренними процессами понимаются процессы, которые протекают в сознании студента. К ним относятся процесс запоминания и восприятия данного материала, усвоение и т.д. А под внешними понимаются процессы, благодаря которым протекает учебная деятельность. К ним относятся план организации занятия, содержание упражнений, задач, примеров и т.д.

Исходя из вышесказанного, преподаватель может без каких-либо трудностей управлять мыслительной деятельностью студента, что укажет на высокую квалификацию преподавателя. Преподаватель прогнозирует усвоение материала студентами и посредством этого выбирает особые методы и способы преподавания высшей математики исходя из условий своей работы, опираясь на полученные знания о студентах, об их психической и умственной деятельности. Это позволит эффективнее доносить информа-

цию до учащихся, при этом зная, что каждый хорошо усвоит эту информацию.

Список литературы

1. Саранцев Г.И. Нужны ли интерактивные формы обучения? // Проблемы современного математического образования в вузах и школах России: Интерактивные формы обучения математике студентов и школьников. Материалы V Всеросс. науч.-методич. конф. – Киров: Изд-во ВятГГУ, 2012).
2. Ступина С.Б. Технологии интерактивного обучения в высшей школе. – Саратов: Издательский центр «Наука», 2009. – 52 с.
3. Мамаев И.И., Долгополова А.Ф. Профессиональная направленность в обучении студентов математическим дисциплинам // Аграрная наука, творчество, рост. – 2013. – С. 268-371.
4. Мамаев И.И., Шибаев В.П. Информационно-образовательная среда вуза как средство повышения эффективности образовательного процесса // Мир науки, культуры, образования. – 2013. – №2 (39).
5. Тарасова И.М., Проектирование математической подготовки студентов нематематических специальностей классического университета: Дис. ... канд. пед. наук. – Владивосток, 2006 – 217 с.
6. Шибаев В.П., Шибаева Л.М. Система работы по повышению успеваемости студентов // Мир науки, культуры, образования. – 2013. – №4 (41).

КОНСТРУИРОВАНИЕ ПСИХОДИАГНОСТИЧЕСКИХ ТЕСТОВ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Юрченко Ю.Ф.

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

Большое значение в развитии экспериментальных психодиагностических методик имеют технические средства стимуляции, регистрации и обработки психодиагностической информации. Эти технические средства получили свое наиболее полное применение в современных высокопроизводительных компьютерах с их мощными операционными и изобразительными возможностями.

Воспроизведем процесс типичной процедуры «ручной» обработки данных психодиагностического тестирования.

После того, как испытуемый отдает психологу бланк с ответами на вопросы теста, психолог подсчитывает количество «попаданий» ответов в соответствии с диагностическим «ключом». После этого психолог с помощью таблиц или номограмм переводит определенное им количество в новое число – стандартизованную оценку. За такой простой на первый взгляд процедурой стоит кропотливая работа создателя психодиагностического теста. По-настоящему глубокий эмпирико-статистический анализ, обеспечивающий обоснованные, точные и надежные диагностические результаты, невозможен без применения современных компьютерных методов. Без этого анализа не обходится ни одна серьезная попытка конструирования или адаптации тестов. Рассмотрим методы, применяющиеся в конструировании психодиагностических тестов.

Метод главных компонент

Метод главных компонент был предложен Пирсоном в 1901 году и разработан Хотеллингом в 1933 году. Данный метод позволяет осуществить переход к новой системе координат y_1, \dots, y_n в исходном пространстве признаков x_1, \dots, x_n .

$$\begin{cases} y_j(x) = w_{1j}(x_1 - m_1) + \dots + w_{nj}(x_n - m_n); \\ \sum_{i=1}^n w_{ij}^2 = 1 & (j = \overline{1, n}) \\ \sum_{i=1}^n w_{ij} w_{ik} = 0 & (j, k = \overline{1, n}, j \neq k), \end{cases}$$

где m_i – математическое ожидание признака x_i . Линейные комбинации выбираются таким образом, что среди всех возможных линейных нормированных комбинаций исходных признаков первая главная компонента $y_1(x)$ обладает наибольшей дисперсией.

Вычисление коэффициентов главных компонент w_{ij} полагается на умозаключение о том, что векторы $w_i = (w_{i1}, \dots, w_{in})^T, \dots, w_p = (w_{p1}, \dots, w_{pn})^T$ являются собственными векторами матрицы S . Алгоритмы, отвечающие за выполнение метода главных компонент, входят практически во все пакеты статистических программ.

Факторный анализ

Факторный анализ ориентирован на объяснение имеющихся между признаками корреляций. Поэтому факторный анализ применяется в более сложных случаях совместного проявления на структуре экспериментальных данных тестируемого, а также для выделения группы диагностических показателей из общего исходного множества признаков.

Основное уравнение факторного анализа:

$$x_i = \sum_{j=1}^m l_{ij} f_j + \varepsilon_i; \quad i = \overline{1, n}; \quad m < n.$$

Значения каждого признака x_i можно выразить взвешенной суммой латентных переменных f_j , число которых меньше числа исходных признаков, и остаточным членом ε_i с дисперсией $\sigma^2(\varepsilon_i)$, действующей только на x_i . Коэффициенты l_{ij} называются нагрузкой i -й переменной на j -й фактор или нагрузкой j -го фактора на i -ю переменную. В самой простой модели факторного анализа делается упущение о том, что факторы f_j взаимно независимы и их дисперсии равны единице, величины ε_i тоже независимы друг от друга и от фактора f_j . Максимально возможное количество факторов m при заданном числе признаков n определяется неравенством:

$$(n+m) < (n-m)^2,$$

Чем больше значение суммы квадратов нагрузок, тем лучше описывается признак x_i факторами f_j . Основное соотношение факторного анализа показывает, что коэффициент корреляции любых двух признаков x_i и x_j можно выразить суммой произведения нагрузок некоррелированных факторов:

$$r_{ij} = r(x_i, x_j) = l_{i1} l_{j1} + l_{i2} l_{j2} + \dots + l_{im} l_{jm}.$$

Некоторые являются сторонниками факторного анализа, некоторые его осуждают, но, как точно заметил В.В. Налимов, «У психологов и социологов не оставалось других путей, и они изучили эти два приема (факторный анализ и метод главных компонент)».

Метод контрастных групп

При использовании метода контрастных групп исходной информационной таблицы с результатами обследования испытуемых является также «черновая» версия линейного правила вычисления тестируемого показателя. Эта версия может быть составлена экспериментатором, исходя из его теоретических представлений о том, какие признаки должны быть включены в линейную диагностическую модель.

Основой данного метода является гипотеза о том, что большая часть «черновой» версии диагностической модели подобрана или угадана правильно. То есть в правую часть уравнения $y_i = y_i(x)$ вошло достаточно много признаков, согласованно отражающих тестируемое свойство. В то же время в этой версии определенную долю признаков составляет ненужный или вредный балласт, от которого необходимо избавиться.

В первую очередь назначаются исходные шкальные ключи w_j для пунктов теста (дихотомических признаков) x_j . Для каждого i -го испытуемого подсчитывается суммарный тестовый балл:

$$y_i(x) = \sum_{j=1}^n w_j^0 x_j.$$

Как правило, абсолютные значения весов w_j определяют приблизительно и часто берут равными единице. Поэтому направление

$$y_i(x) = \sum_{j=1}^n w_j x_j$$

будет несколько отличаться от направления главной диагонали эллипсоида рассеивания $y(x)$. Но если $y_i(x)$ правильно отражает диагностируемый признак, то на краях распределения суммарного балла можно выделить контрастные группы ω_1 и ω_2 , в которые войдут объекты с минимальными погрешностями. Для нормального распределения обычно берут контрастные группы объемом 27% от общего объема выборки, для более плоского – 33%.

Следующий шаг заключается в определении степени связи каждого пункта с номером контрастной группы. Мерой этой связи служит коэффициент различения, который представляет собой разницу процентов какого-либо ответа на анализируемый пункт в полярных группах испытуемых. Наиболее часто используется коэффициент связи Пирсона ϕ , который затем сравнивается с граничным значением:

$$|\phi_{гр}| = \sqrt{x_{гр} / N},$$

где $x_{гр}$ – стандартный квантиль распределения x с одной степенью свободы.

Таким образом, мы видим, что без применения математических методов функционирование такого значительного в нашей жизни процесса, как конструирование психодиагностических тестов, невозможно.

Список литературы

1. 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: сб. науч. ст. по материалам Международной науч.-практ. конф. – Ставрополь, 2012. – С. 28-33.
2. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б. Совершенствование математической подготовки студентов аграрных вузов // Инновационные векторы современного образования. 2012. – С. 11-16.
3. Мамаев И.И., Долгополова А.Ф. Профессиональная направленность в обучении студентов математическим дисциплинам // Аграрная наука, творчество, рост. – 2013. – С. 268-371.
4. Назарова О.В., Перов А.Г., Шмалко С.П. Технология картирования знаний как фактор повышения качества обучения // Политический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 89. – С. 1436-1445.
5. Шмалко С.П. Ступени учебной профессионально ориентированной информации по математике при обучении студентов-экономистов. // Теория и практика общественного развития. – 2011. – №6. – С. 150-155.

**Секция «Математические методы решения инженерных задач»,
научный руководитель – Светличная В.Б., канд. техн. наук**

**АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ
В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Алимова В.П., Чикомазова В.В., Матвеева Т.А.,
Агишева Д.К., Зотова С.А.

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

Сельское хозяйство является составной частью экономики нашей страны. Волгоградская область является одной из тех областей, в которых развито сельское хозяйство, в том числе посев зерновых. При этом наш регион относится к зоне рискованного земледелия. В связи с этим мы решили сделать прогноз и узнать, какое количество урожая зерновых мы можем получить в этом году. В Волгоградской области площадь засаженных полей зерновыми составляет 15 390 га. Мы воспользовались статистическими данными об урожайности в Волгоградской области за последние 10 лет из отчетов на сайте администрации Волгоградской области [1,2].

Для наглядности изобразим наши данные графически (рис. 1).

Мы видим, что значения урожайности y_i имеют линейную зависимость, хотя есть «провалы», которые соответствуют засушливым годам. Аппроксимируем наши данные методом наименьших квадратов для линейной зависимости: $y(x) = kx + b$. Для нахождения неизвестных коэффициентов зависимости составим и решим систему уравнений:

$$\begin{cases} b \cdot n + k \cdot \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i, \\ b \cdot \sum_{i=1}^n x_i + k \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i. \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} 10b + 20105k = 208,7, \\ 20105b + 404211025k = 4195913,5. \end{cases}$$

Решив систему, получаем: $k = 0,33$, $b = -643,2$. Таким образом, данные урожайности аппроксимируются зависимостью $y(x) = 0,33x - 643,22$.

График уравнения линейной модели представлен на рис. 2.

Статистика урожайности в Волгоградской области в период 2006 – 2015 г.

x_i	год	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
y_i	урожайность, ц/га	19,1	19,8	23,8	22,7	15,2	18,6	20,7	21,1	24,1	23,6

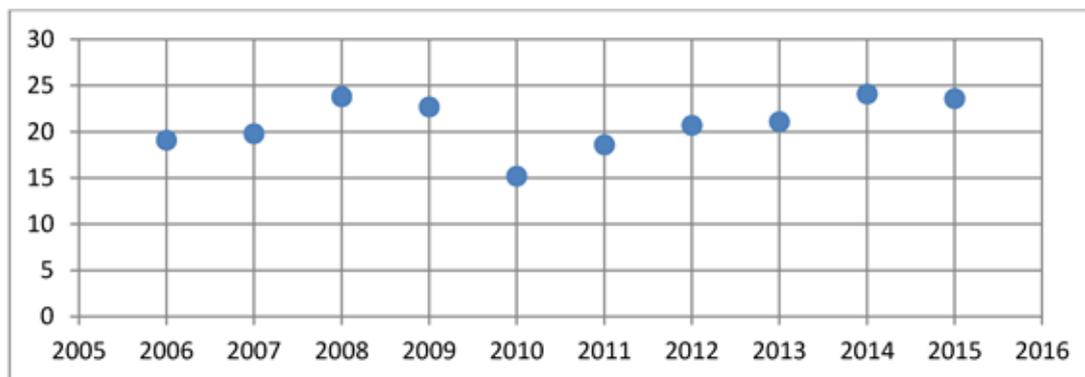


Рис. 1. Статистика урожайности в Волгоградской области в период 2006 – 2015 г.

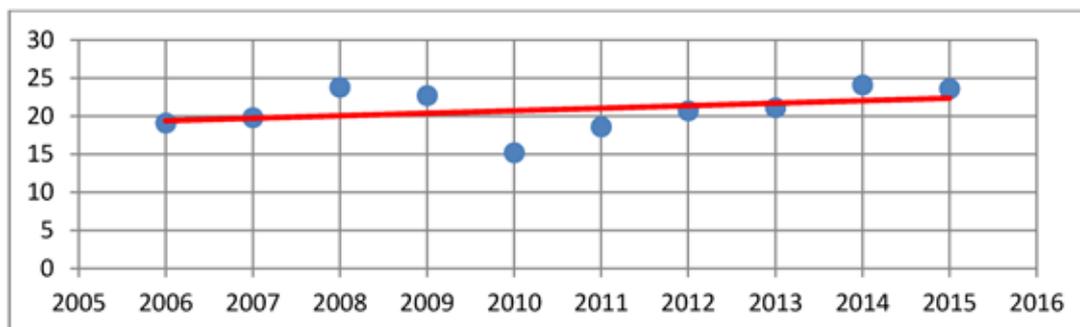


Рис. 2. Статистика и линейная модель урожайности

Тогда можем сделать прогноз урожайности зерновых на 2016 год:

$$y(x) = 0,33 \cdot 2016 - 643,22 = 22,06 \text{ (ц/га)}.$$

Следовательно, в Волгоградской области можно ожидать урожай зерновых в объеме

$$y(x) = 15\,390 \cdot 22,06 = 339\,503,4 \text{ (т)}.$$

Зерновое производство имеет неустойчивый характер, в первую очередь на это влияют погодные условия. Проведя данное исследование, мы можем сделать вывод, что положительным моментом увеличения производства зерна в последнее время является то, что это происходит не за счёт расширения посевных площадей, а преимущественно связано с внедрением новых технологий, что влечёт за собой увеличение урожайности зерновых.

Список литературы

1. Официальный портал Губернатора и Администрации Волгоградской области / www.volganet.ru/news/3474/.
2. Дегтярев К.С. Производство зерновых в России. www.marketing.spb.ru/mr/food/cereals.htm/.
3. Агишева Д.К., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б. Математическая статистика: учебное пособие // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 2. – С. 122-123; URL: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=7763>.

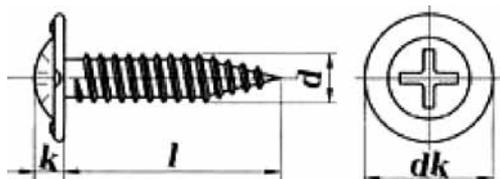
ПРИМЕНЕНИЕ ФОРМУЛЫ ПОЛНОЙ ВЕРОЯТНОСТИ К РЕШЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Архангельская В.Д., Егорова Е.Г., Матвеева Т.А., Светличная В.Б., Зотова С.А.

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: anastasya.piskunova@yandex.ru

Рассмотрим практическую задачу о приобретении небракованного самореза, где выбор осуществляется произвольно от нескольких фирм.

Саморез – является крепёжным изделием, похожим на шуруп. Он отличается от шурупа треугольной резьбой, при помощи которой формируется отверстие. На рисунке представлен вид самореза.



Представленная тема является актуальной. Это заключается в том, что проводится вычисление вероятности покупки небракованного товара, так как почти в каждом доме и квартире при ремонте используют саморезы.

Магазин имеет три источника поставок саморезов: фирмы A , B , C . На долю фирмы A приходится 60% общего объема поставок, B – 30% и C – 10%. Из практики известно, что среди изделий, поставляемых фирмой A , имеется 15% бракованных деталей, фирмой B – 5%, а фирмой C – 2%. Вычислим вероятность

того, что наугад приобретённый в магазине саморез окажется небракованным.

Допустим, что событие H состоит в появлении небракованного самореза. Вероятности гипотез о том, что саморез поставлен фирмам A , B , C , соответственно равны

$$P(A) = 0,6, P(B) = 0,3 \text{ и } P(C) = 0,1.$$

Вероятности поставки годных деталей каждой из фирм соответственно равны:

$$P(H|A) = 0,85, P(H|B) = 0,95, P(H|C) = 0,98.$$

Вычислим вероятность события H по формуле полной вероятности:

$$P(H) = P(A) \cdot P(H|A) + P(B) \cdot P(H|B) + P(C) \cdot P(H|C).$$

Подставляя наши значения, получаем

$$P(H) = 0,6 \cdot 0,85 + 0,3 \cdot 0,95 + 0,1 \cdot 0,98 = 0,893.$$

Таким образом, приобретение небракованного самореза в данных условиях составляет 89,3%, что является приемлемым результатом для покупки.

Покупая в магазине товар, мы подвергаемся риску приобретения некачественной продукции, что в последующем может привести к выходу её из строя. Данная тема является актуальной тем, что используя формулу полной вероятности, мы заранее можем просчитать риски и принять то или иное решение.

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; URL: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=7763>.
2. Хрущев Д.Г., Силантьев А.В., Агишева Д.К., Зотова С.А. Ошибки принятия гипотезы в математической статистике // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3; URL: www.eduherald.ru/140-14164.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЁЖНОСТИ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНОВ

Вострикова О.А., Осадчая Д.В., Матвеева Т.А., Агишева Д.К., Светличная В.Б.

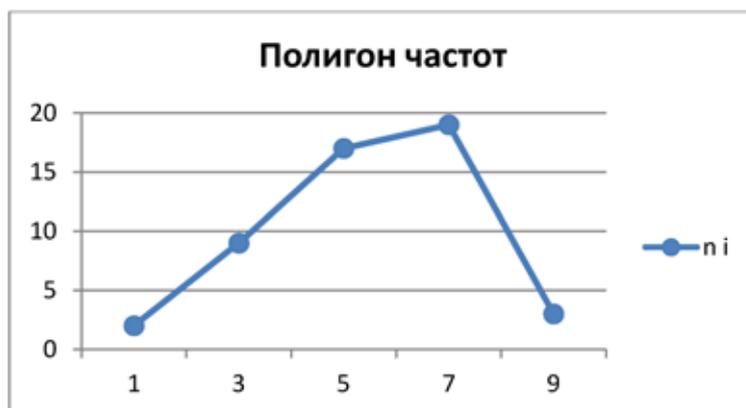
Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: ms.daryao@mail.ru

Жители мегаполисов всё более часто производят покупки в интернет-магазинах. Для интернет-магазинов можно выделить характеристики, важные потенциальному покупателю: цена, качество товара, скорость доставки, ответственность выполнения обязательств. Последние можно обобщить и назвать надёжностью данного интернет-магазина.

Мы исследуем надёжность интернет-магазинов, которую будем определять по десятибалльной шкале. Шкалу надёжности магазинов определим по следующему образом: 1–2 – ненадёжный интернет-магазин; 3–4 – слабо надёжный; 5–6 – средне надёжный; 7–8 – надёжный, 9–10 – полностью надёжный. Для нахождения средней надёжности интернет-магазинов было выбрано на сайте Яндекс.Маркете 50 популярных интернет-магазинов и отзывы о них. Распределение числа интернет магазинов и степень их надёжности представлено в табл. 1.

Таблица 1

Шкала надёжности (балл)	(0;2]	(2;4]	(4;6]	(6;8]	(8;10]	Σ
Число магазинов, (частота n_i)	2	9	17	19	3	$n=50$



Предполагая, что X – стоимость компьютера, является непрерывной случайной величиной, вычислим среднее значение надёжности выбранных интернет-магазинов (выборочное среднее), какой разброс составляют значения относительно среднего значения (исправленное выборочное среднеквадратичное отклонение), построим полигон для наглядности распределения, найдём диапазон значений надёжности относительно средней оценки (доверительный интервал для генеральной средней) с вероятностью 0,95.

Выборочное среднее:

$$\bar{x}_b = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^5 \tilde{x}_i \cdot n_i = \frac{1}{50} \cdot (1 \cdot 2 + 3 \cdot 9 + 5 \cdot 17 + 7 \cdot 19 + 9 \cdot 3) = 5,48,$$

где \tilde{x}_i – середины частичных интервалов. Таким образом, средняя оценка надёжности выбранных интернет-магазинов равна 5,48.

Найдём выборочную дисперсию:

$$D_b = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 \tilde{x}_i^2 \cdot n_i - (\bar{x}_b)^2 = \frac{1682}{50} - 5,48^2 = 3,6096.$$

Выборочное среднеквадратичное отклонение:

$$\sigma_b = \sqrt{D_b} = \sqrt{3,6096} = 1,9.$$

Так как объём выборки невелик, то вычислим исправленное среднеквадратичное отклонение:

$$s = \sqrt{\frac{n}{n-1} \cdot D_b} = \sqrt{\frac{50}{49} \cdot 3,61} = 3,684.$$

Построим полигон частот (рисунок).

По виду графика полигона частот можно заметить, что шкала надёжности распределена по нормальному закону. Найдём доверительный интервал для генеральной средней с надёжностью $\gamma = 0,95$. По табли-

це интегральной функции Лапласа $\Phi(t)$ из условия $\gamma = 0,95$ находим $t_\gamma = 1,96$. Тогда точность оценки равна:

$$\Delta = t_\gamma \frac{s}{\sqrt{n}} = 1,96 \frac{3,684}{7,071} = 1,02.$$

Отсюда доверительный интервал имеет вид:

$$\bar{x}_b - \Delta \leq \mu \leq \bar{x}_b + \Delta \text{ или } 4,46 \leq \mu \leq 6,5.$$

Получили, что востребованными интернет-магазинами являются те, у которых оценка надёжности находится в пределах 5,6 баллов. Таким образом, покупатели делают выбор в пользу интернет-магазина со средней степенью надёжности, больше уделяя внимание цене товара.

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; URL: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=7763>.
2. Хрушев Д.Г., Силантьев А.В., Агишева Д.К., Зотова С.А. Ошибки принятия гипотезы в математической статистике // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3; URL: www.eduherald.ru/140-14164.
3. <https://market.yandex.ru/product/12692902?hid=91491>.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО СТАНКА

Гаджиев Э.Э., Мироненко А.А., Светличная В.Б., Агишева Д.К., Зотова С.А.

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: mathemat@volpi.ru

Одним из точных методов определения качества работы станка является статистический метод прогнозирования, который основывается на экстраполяции. Пусть проведены наблюдения за работой станка в течение 8 месяцев и получены величины по точности выполнения работ, которые представлены в табл. 1.

Таблица 1

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8
y_i	0,87	0,81	0,86	0,85	0,88	0,82	0,84	0,83

Установим вид функциональной зависимости и представим её в виде эмпирической формулы $y = f(x)$ затем составим прогноз точности выполнения работы на девятый месяц.

С помощью графического представления данных (рис. 1), предполагаем функциональную зависимость вида $y = ax + b$. Для нахождения a и b составим систему уравнений:

$$\begin{cases} a \cdot \sum_{i=1}^n x_i + bn = \sum_{i=1}^n y_i, \\ a \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 36a + 8b = 6,76, \\ 204a + 36b = 30,31. \end{cases}$$

Решив систему, получим:

$$a = -0,0026, \quad b = 0,8568.$$

Таким образом, эмпирическая формула представляет собой функцию

$$y = -0,0026x + 0,8568.$$

Приведём в табл. 2 и на графике (рис. 2) результаты сравнения экспериментальных данных с результатами вычислений по эмпирической формуле.

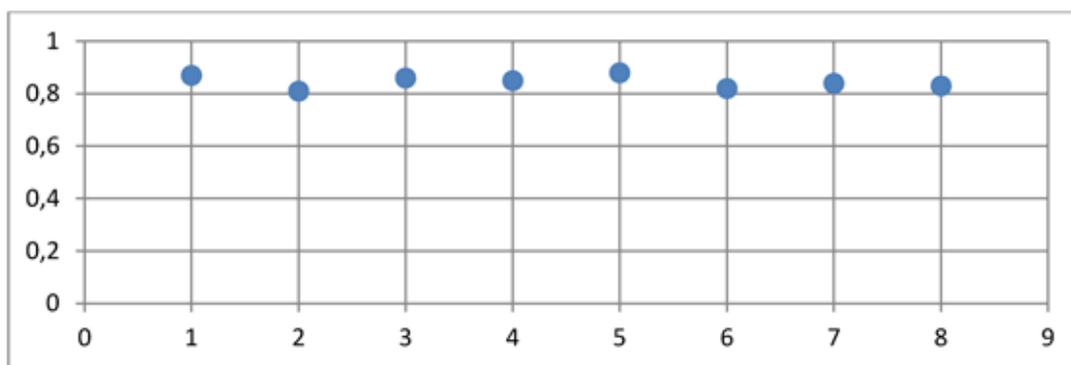


Рис. 1. Экспериментальные данные

Таблица 2

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8
y_i (эмп.)	0,87	0,81	0,86	0,85	0,88	0,82	0,84	0,83
Y_i (теор.)	0,87	0,81	0,86	0,85	0,88	0,82	0,84	0,83

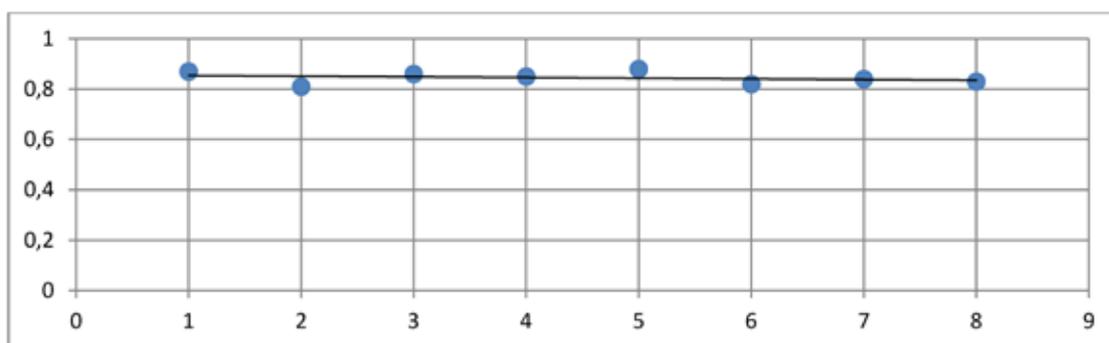


Рис. 2. Сравнение экспериментальных данных с результатами вычислений

Составим прогноз на девятый месяц о точности выполнения работы:

$$y(9) = -0,0026 \cdot 9 + 0,8568 = 0,8334.$$

Таким образом, прогноз на девятый месяц показывает, что точность работы станка составит 83,34% – это определяет нам процент забракованных изделий.

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. Давыдов А.С., Агишева Д.К., Матвеева Т.А. Поиск уравнения параболической зависимости // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3; URL: www.eduherald.ru/140-14153.
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.

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В ЖИЗНИ СУДЕНТОВ

Горбатов Н.С., Ким В.А., Светличная В.Б., Агишева Д.К., Зотова С.А.

*Волжский политехнический институт, филиал
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: mathemat@volpi.ru*

В учебные дни столовую посещают 100 студентов, которые идут обедать на большой перемене. Имеется две столовые: одна в институте, другая – недалеко от него. Каждый студент с равными вероятностями независимо от выбора других решает, в какую столовую пойти. Директор института желает, чтобы с вероятностью 0,99 все пришедшие студенты могли там одновременно пообедать. Поэтому возникает вопрос, какое количество мест для этого необходимо?

Будем считать, что событие A произошло, если студент пообедал в столовой при институте. По условию задачи $n = 100$, $p = P(A) = 0,5$. Нас интересует такое наименьшее число посетителей m , что вероятность одновременного прихода не менее чем m студентов из числа $n = 100$ с вероятностью успеха $p = 0,5$ приблизительно равна вероятности переполнения столовой, то есть $1 - 0,99 = 0,01$. Таким образом, нас интересует такое наименьшее число m , что

Подобные задачи решаются с применением интегральной теоремы Муавра-Лапласа для интервала $[m; 100]$. Т.к. $\sqrt{npq} = \sqrt{100 \cdot 0,5 \cdot 0,5} = 5$, $m_1 = m$, $m_2 = n = 100$, то

$$P_{100}(m; 100) \approx \Phi\left(\frac{100-m}{5}\right) - \Phi\left(\frac{m-50}{5}\right) = \\ = \Phi(10) - \Phi\left(\frac{m}{5} - 10\right) \approx 0,01.$$

Отсюда получаем $\Phi(10) - \Phi(x) = 0,01$ или

$$\Phi(x) = \Phi(10) - 0,01 = 0,5 - 0,01 = 0,49.$$

Используя таблицу значений функции Лапласа $\Phi(x)$, находим, $x \approx 2,33$, значит, $\frac{m}{5} - 10 \approx 2,33$. Из этого следует, что $m \approx (2,33 + 10) \cdot 5 \approx 61,65$. Следовательно, в столовой при институте должно быть как минимум 62 места.

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.

«КОРНИ» НЕ ТОЛЬКО ГРУППА.

Грицун Б.М., Коленко К.В., Светличная В.Б.

*Волжский политехнический институт, филиал
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: mathemat@volpi.ru*

В школьной математике есть базовая тема – решение квадратных уравнений во множестве действительных чисел.

В классах с углубленным изучением математики и институтах вводится понятие множества комплексных чисел и тогда справедливо утверждение, что всякий многочлен $f(x)$ степени n , $n \geq 1$ с действитель-

ными коэффициентами имеет n корней, если каждый из корней считать столько раз, какова его кратность.

Тогда квадратное уравнение будет иметь ровно два корня, независимо от знака дискриминанта.

Задача 1. В классе может найтись ученик, который скажет: «Докажите, что нет ни одного квадратного уравнения с тремя различными корнями?»

Решение. Предположим, что мы всерьез ищем такое квадратное уравнение $ax^2 + bx + c = 0$, которому удовлетворяли бы три числа m, n, p . Подставляя числа m, n, p последовательно в уравнение, мы находим, что они будут удовлетворять этому уравнению, если

$$\begin{cases} m^2 a + mb + c = 0, \\ n^2 a + nb + c = 0, \\ p^2 a + pb + c = 0. \end{cases}$$

Для того чтобы числа (m, n, p) были корнями настоящего квадратного уравнения (уравнения отличного от тривиального $0x^2 + 0x + 0 = 0$), система полученных трех однородных уравнений относительно трех неизвестных (a, b, c) должна иметь ненулевое решение, а для этого ее определитель должен равняться нулю, то есть должно выполняться следующее условие

$$\begin{vmatrix} m^2 & m & 1 \\ n^2 & n & 1 \\ p^2 & p & 1 \end{vmatrix} = 0.$$

Чтобы вычислить определитель, проведем его элементарные преобразования: вычтем из первой и второй строчек третью строку. Элементарные преобразования не изменяют значения определителя, но теперь его легко свести к определителю второго порядка, разложив по третьему столбцу, в котором после преобразования получилось два нуля.

$$\begin{vmatrix} m^2 & m & 1 \\ n^2 & n & 1 \\ p^2 & p & 1 \end{vmatrix} = 0 \rightarrow \begin{vmatrix} m^2 - p^2 & m - p & 0 \\ n^2 - p^2 & n - p & 0 \\ p^2 & p & 1 \end{vmatrix} = \\ = 0 \rightarrow \begin{vmatrix} m^2 - p^2 & m - p \\ n^2 - p^2 & n - p \end{vmatrix} = \\ = 0 \rightarrow (m^2 - p^2)(n - p) - (n^2 - p^2)(m - p) = \\ = 0 \rightarrow (m - p)(n - p)(m + p - n - p) = \\ = 0 \rightarrow (m - p)(n - p)(m - n) = 0.$$

Итак, определитель равен

$$(m - p)(n - p)(m - n) = 0,$$

откуда следует, что и требовалось доказать $m=n$ или $m=p$ или $n=p$. Сенсации не состоялось, квадратное уравнение не может иметь трех различных корней.

Но так ли уж все безнадежно с количеством корней? Задача 2. Составьте хотя бы одно уравнение второй степени, которое имеет четыре различных корня.

Решение. Рассмотрим квадратное уравнение $x^2 - 6x + 8 = 0$. Его корни легко найти, решая уравнение через дискриминант или же по теореме Виета: $x_1 = 2$; $x_2 = 4$. То есть, это уравнение имеет только два корня.

А теперь сделаем с этим уравнением «фокус» – поставим вокруг x две небольшие палочки, которые в математике означают модуль числа

$$x^2 - 6 \cdot |x| + 8 = 0.$$

По определению модуля

$$|x| = \begin{cases} x, & x \geq 0, \\ -x, & x < 0. \end{cases}$$

Поэтому характеристической точкой разбивающей область допустимых значений будет $x = 0$, получается два интервала:

а) Пусть $x \geq 0$, тогда уравнение, освобождаясь от модуля, принимает вид $x^2 - 6x + 8 = 0$, решая его обычным образом, находим корни $x_1 = 2$; $x_2 = 4$. Оба корня попадают в рассматриваемый интервал.

б) Пусть $x < 0$, тогда, раскрывая модуль по определению, получаем иное квадратное уравнение $x^2 + 6x + 8 = 0$, корнями которого будут числа $x_3 = -2$; $x_4 = -4$, которые тоже попадают во второй интервал.

Таким образом, окончательное решение уравнения состоит из четырех корней:

$$x_1 = 2; x_2 = 4, x_3 = -2; x_4 = -4.$$

Ответ: уравнение $x^2 - 6 \cdot |x| + 8 = 0$ имеет 4 различных корня $x_1 = 2$; $x_2 = 4$, $x_3 = -2$; $x_4 = -4$.

Этого кстати можно было ожидать еще до решения, так как трехчлен, стоящий в левой части уравнения представляет собой четную функцию, следовательно, его корни должны быть симметричны относительно начала координат.

Все наши предыдущие рассуждения сводились к тому, что квадратное уравнение имеет два и только два корня, а вот вам уравнение с четырьмя корнями. Никто ведь отдельно не подчеркивает, есть ли в уравнении знак модуля. Но не зря в условии задачи написано не квадратное уравнение, а уравнение второй степени. В этом вся тонкость. По определению квадратное уравнение имеет вид $ax^2 + bx + c = 0$, то есть, в нем модуля нет, а полученное нами уравнение – это уравнение второй степени, но не квадратное.

**ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ
В ЭКОНОМИКЕ**

Денисова Д.А., Зотова С.А., Агишева Д.К., Матвеева Т.А.

*Волжский политехнический институт, филиал
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: mathemat@volpi.ru*

Изучая какое-либо явление, мы должны, прежде всего, создать его математическую модель. Зачастую это можно сделать с помощью дифференциальных уравнений. Математическая модель даёт возможность изучать явление в целом, а также спрогнозировать его развитие с течением времени. Теория дифференциальных уравнений представляет собой раздел математики, тесно связанный с другими областями математики и с её приложениями.

Как известно, многие экономические процессы взаимосвязаны. Любому из них свойственен циклический характер. Часто для исследования таких экономических систем, где независимой переменной является время T , применяются дифференциальные уравнения.

Рассмотрим применение дифференциальных уравнений 1-го порядка в моделях экономики на примере неоклассической модели роста. Пусть $Y = F(K, L)$ – национальный доход, где F – однородная производственная функция первого порядка $F(TK, TL) = TF(K, L)$, K – объём капиталовложе-

ний (производственных фондов), L – объём затрат труда.

Величина фондовооружённости выражается формулой $k = \frac{K}{L}$.

Производительность труда выражается формулой

$$f(k) = \frac{F(K, L)}{L} = F(k, l). \quad (1)$$

Динамика фондовооружённости есть функция от времени T . Для описания модели необходимо ввести параметры.

Естественный прирост во времени трудовых ресурсов

$$L' = \alpha L. \quad (2)$$

Инвестиции, расходуемые на увеличение производственных фондов и на амортизацию

$$I = K' + \beta K,$$

где β – норма амортизации. Причём, если l – норма инвестиций, то

$$I = lY = K' + \beta K \text{ или } K' = lF(K, L) - \beta K. \quad (3)$$

Из определения фондовооружённости K вытекает, что $\ln k = \ln K - \ln L$.

Продифференцируем это равенство по переменной T

$$\frac{k'}{k} = \frac{K'}{K} - \frac{L'}{L}. \quad (4)$$

Подставляя выражения (2) и (3) в равенство (4), получаем уравнение относительно неизвестной функции k :

$$k' = l f(k) - (\alpha + \beta)k. \quad (5)$$

Равенство (5) представляет собой нелинейное дифференциальное уравнение 1-го порядка с разделяющимися переменными. Т.к. по условию $k' = 0$, то

$$l f(k) - (\alpha + \beta)k = 0.$$

Таким образом, $k = \text{const}$ – постоянная величина, являющаяся корнем этого нелинейного алгебраического уравнения.

Применение данного метода можно рассмотреть на примере конкретной задачи. Для уравнения (5) найдём интегральные кривые. Исходя из уравнения (1), получаем $f(k) = \sqrt{k}$. При этом уравнение (5) принимает вид:

$$\frac{dk}{dt} = l\sqrt{k} - (\alpha + \beta)k.$$

Для найденного уравнения определим стационарное решение

$$l\sqrt{k} - (\alpha + \beta)k = 0.$$

Отсюда получим частное решение уравнения (5)

$$K_{st} = L^2 / (\alpha + \beta)^2.$$

Разделим переменные в (5) и решим полученное дифференциальное уравнение:

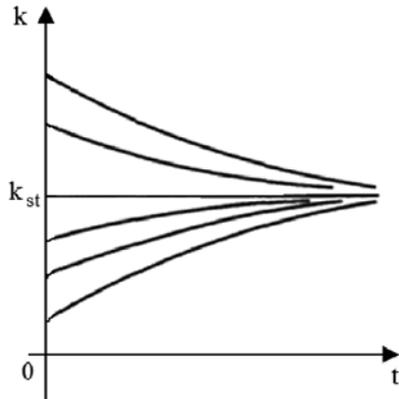
$$\frac{dk}{\sqrt{k}(l - (\alpha + \beta)\sqrt{k})} = dt.$$

Принтегрируем обе части, получим общее решение в виде:

$$k(t) = \left(\frac{1}{(\alpha + \beta)} + C \cdot \exp\left(-\frac{\alpha + \beta}{2} t\right) \right)^2$$

Заметим, что интегральные кривые сходятся к стационарному решению (рисунок), то есть

$$K \rightarrow K_{st} \text{ при } T \rightarrow \infty.$$



Таким образом, если параметры задачи L , α и β фиксированы, то независимо от начальных условий функция фондовооруженности стремится к стационарному положению. Стационарная точка $K = K_{st}$ – есть точка устойчивого равновесия.

Список литературы

1. http://fislac.ru/lin_prog/veroatnoct35.htm.
2. Соловьева А.А., Коробкина А.В., Зотова С.А., Агишева Д.К., Светличная В.Б. Математический анализ в экономических приложениях. Проведение анализа дифференциального исчисления функции одной переменной в экономике // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3; URL: www.eduherald.ru/140-14157.
3. Светличная В.Б., Матюнина Е.В. Разные способы решения линейного дифференциального уравнения // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 195-196; URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=34067>.

АПРОКСИМАЦИЯ ФУНКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ МНОГОЧЛЕНА ЧЕБЫШЁВА

Зашеловский А.Е., Агишева Д.К., Матвеева Т.А., Зотова С.А.

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: mathemat@volpi.ru

Многочлены Чебышёва первого рода $T_n(x)$ могут быть определены с помощью рекуррентных соотношений:

$$T_0(x) = 1, T_1(x) = x, \dots, T_{n+1}(x) = 2xT_n(x) - T_{n-1}(x).$$

Первые многочлены Чебышёва имеют вид:

$$T_0(x) = 1, T_1(x) = x,$$

$$T_2(x) = 2x^2 - 1, T_3(x) = 4x^3 - 3x,$$

$$T_4(x) = 8x^4 - 8x^2 + 1,$$

$$T_5(x) = 16x^5 - 20x^3 + 5x,$$

$$T_6(x) = 32x^6 - 48x^4 + 18x^2 - 1,$$

$$T_7(x) = 64x^7 - 112x^5 + 56x^3 - 7x, \text{ и т.д.}$$

В работе рассматривается аппроксимация экспериментальных зависимостей с помощью ортогональных полиномов Чебышёва, которые преобразованы в алгебраические многочлены. Такие многочлены легко вычислять, дифференцировать и интегрировать.

Пусть необходимо аппроксимировать экспериментальную зависимость вида:

x_i	x_1	x_2	...	x_i	...	x_n
y_i	y_1	y_2	...	y_i	...	y_n

x_i – значения входных параметров исследуемого процесса, y_i – значения выходных параметров исследуемого процесса. Аппроксимирующую функцию будем искать в виде суммы многочленов Чебышёва, т.е.

$$f(x) = \sum_{i=0}^n c_i T_i(x).$$

Используя узловые точки, запишем формулу для вычисления коэффициентов

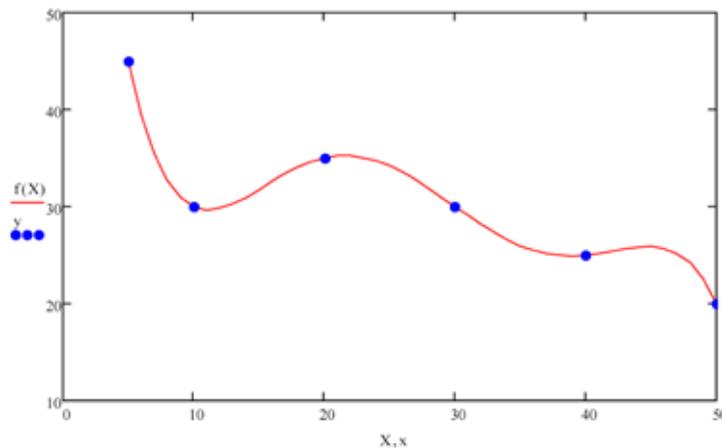
$$c_i = \frac{\sum_{j=0}^n f(x_j) T_i(x_j)}{\sum_{j=0}^n T_i^2(x_j)}.$$

Процедуры, написанные средствами системы Mathcad 15, позволяют рассчитывать их коэффициенты.

Для исходных данных

x_i	5	10	20	30	40	50
y_i	45	30	35	30	25	20

была получена приближающая функция. На графике (рис. 1) изображены экспериментальные данные в виде точек и аппроксимирующий многочлен.



Графики экспериментальных и теоретических зависимостей наглядно доказывают хорошее качество аппроксимации.

Список литературы

1. http://www.mami.ru/science/mami145/scientific/article/s04/s04_14.pdf
2. 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.
3. Агишева Д.К., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б. Математическая статистика: учебное пособие // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 2 – С. 122-123.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ПОЛИНОМА С ПОМОЩЬЮ СХЕМЫ ГОРНЕРА

Зубехин А.А., Бородавченко Д.И., Агишева Д.К., Светличная В.Б., Матвеева Т.А.

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: mathemat@volpi.ru

При вычислении значений многочленов вида на ЭВМ

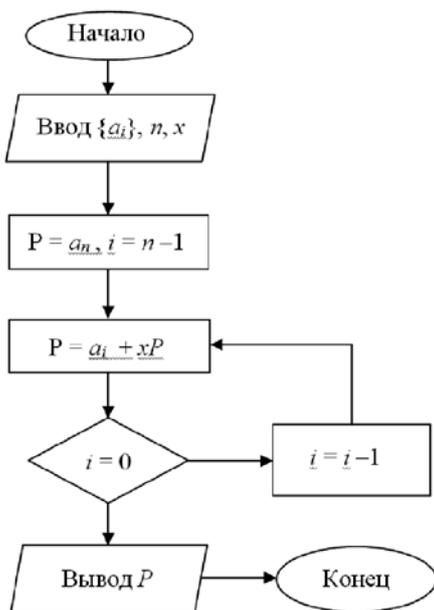
$$P_n(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$$

приходится проводить расчёты «в лоб», но при больших значениях n число вычислительных операций равно $n^2 + 1,5n$. Кроме того, при реализации вычислительного процесса могут возникнуть неточности за счёт погрешностей округления. Для исключения этих недостатков применяется схема Горнера – алгоритм вычисления значения многочлена, записанного в виде суммы одночленов

$$P_n(x) = a_0 + x(a_1 + x(a_2 + x(a_3 + \dots x(a_{n-1} + a_nx)))) .$$

Метод Горнера позволяет отыскать корни многочлена и вычислить производные полинома в заданной точке. Схема Горнера является простым алгоритмом для деления многочлена на бином $x - x_0$. Использование этого метода не только экономит машинное время (требуется $2n$ вычислительных операций), но и увеличивает точность вычислительного процесса за счёт уменьшения машинных (компьютерных) погрешностей.

Алгоритм вычислительного процесса можно представить в виде блок-схемы.



Приведём основную часть практической реализации вычисления значения полинома с помощью схемы Горнера

```

do
{
    k = 5;
    cout << endl;
    if (k / size == 0)
        d = k % size;
    for (int i = count; i < d + count; i++)
        cout << setw(8) << a[i];
    cout << endl;
    for (int s = 0; s < 60; s++)
        cout << «_»;
    cout << endl;
    for (int i = count; i < d + count; i++)
        P += a[i];
    for (int i = count; i < d + count; i++)
        cout << setw(8) << a_sum[i];
    cout << endl;
    k -= d;
    count += size;
} while (k != 0);
cout << endl;
delete[] a;
delete[] a_mul;
delete[] a_sum;
for (int s = 0; s < 80; s++) {cout << «=»; }
cout << endl << «P(«<x<<») = » << P << endl;
cout << endl << endl;
_getch();
return 0;
}
    
```

Список литературы

1. Турчак Л.И. Основы численных методов: Учеб. пособие. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 320 с.
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;
3. URL: www.rae.ru/snt/?section=content&op=show_article&article_id=10002669.
4. 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.
5. URL: www.rae.ru/use/?section=content&op=show_article&article_id=9999083.

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО УГЛА НА MATHCAD 15

Казачков А.Д., Агишева Д.К., Светличная В.Б., Зотова С.А.

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: mathemat@volpi.ru

Одной из самых распространённых и востребованных задач в логистике является транспортная задача. В классическом виде она предполагает нахождение плана грузоперевозок с минимальными денежными или временными затратами. Например, сети розничных магазинов требуется определённое количество товаров. Имеется ряд складов поставщиков, где требуемые товары хранятся. При этом на каждом складе различный объём запасов этих товаров. Кроме этого известны тарифы – затраты на перевозку единицы товара от каждого склада к каждому магазину. Необходимо разработать такой план перевозок, чтобы магазины получили требуемое количество товаров с наименьшими затратами на транспортировку. В таких случаях приходится решать транспортную задачу.

Один из наиболее подходящих методов решения транспортной задачи – итерационное улучшение плана перевозок. Суть его в следующем: находим некий опорный (первоначальный) план и проверяем его на оптимальность. Если план оптимален – решение найдено. Если нет – улучшаем план столько раз, сколько

потребуется, пока не будет найден оптимальный план. Наиболее простым методом составления опорного плана является метод северо-западного угла, который состоит в последовательном переборе строк и столбцов транспортной таблицы, начиная с левого верхнего угла. Количество перевозимого груза соответствует максимально возможной отгрузке в ячейки таблицы так, чтобы заявленные в задаче запасы поставщиков или потребности потребителей не были превышены. На стоимость доставки в этом случае не обращают внимания, т.к. предполагается только составлений первоначального плана перевозок, а затем последующая оптимизация отгрузок методом потенциалов.

Прежде чем начать составление первоначального плана перевозок, необходимо проверить данные за-

дачи на сбалансированность, т.е. суммарные запасы поставщиков должны соответствовать суммарным запросам потребителей. В противном случае необходимо введение «фиктивных» строк или столбцов с нулевыми стоимостями перевозок.

Пусть условие транспортной задачи представлено в виде табл. 1. Здесь суммарные мощности поставщиков составляют $4 + 6 + 8 + 7 = 25$ и суммарные мощности потребителей $3 + 5 + 4 + 7 + 9 = 28$ не совпадают. Значит, необходимо ввести «фиктивного» поставщика с запасом товара $28 - 25 = 3$ и нулевыми стоимостями перевозок (табл. 2).

Программная реализация метода северо-западного угла в программном модуле Mathcad 15 представлена на рис. 1.

Таблица 1

Поставщики \ Потребители	3	5	4	7	9
4	6	3	7	10	6
6	2	7	6	9	3
8	3	4	2	3	5
7	3	4	5	4	2

Таблица 2

Поставщики \ Потребители	3	5	4	7	9
4	6	3	7	10	6
6	2	7	6	9	3
8	3	4	2	3	5
7	3	4	5	4	2
3	0	0	0	0	0

```

do_matrix(a,b) := | j ← 1
                  | for i ∈ 1..rows(a)
                  |   while (ai > 0) ∧ j ≤ rows(b)
                  |     | xi,j ← min(ai, bj)
                  |     | ai ← ai - xi,j
                  |     | bj ← bj - xi,j
                  |     | j ← j + 1
                  |     | j ← i + 1 if bi = 0
                  |     | j ← i
                  | x
x := do_matrix(a,b)

```

В результате будет получена первоначальная матрица перевозок

$$x = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3 \end{pmatrix},$$

которую можно использовать как основу для поиска оптимального решения.

Список литературы

1. Галаяудинов Р.Р. Транспортная задача – решение методом потенциалов // Сайт преподавателя экономики. [2013]. URL: <http://galyautdinov.ru/post/transportnaya-zadacha>
 2. Агишева Д.К., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б. Линейное программирование: учебное пособие // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 9. – С. 61-62.
 3. Агишева Д.К., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б. Математическая статистика: учебное пособие // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 2 – С. 122-123.

РАСЧЁТ СРЕДНЕЙ СТОИМОСТИ ТЕЛЕФОНА

Кибардина К.Е., Фролкова А.С., Матвеева Т.А., Агишева Д.К., Зотова С.А.

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: ksenia.kibardina@yandex.ru

В современном мире мобильный телефон стал предметом первой необходимости. На выбор телефона в наше время влияет цена, его технические характеристики, репутация производителя и надёжность интернет-магазина.

Для расчёта средней стоимости телефона определённой модели из 100 интернет-магазинов нашего региона по схеме собственно-случайной бесповторной выборки было отобрано 36 магазинов. Распределение телефонов по их стоимости представлено в таблице.

Стоимость телефона (тыс. руб.)	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21
Количество магазинов (n_i)	2	4	2	15	5	7	1

Предположим, что случайная величина X – стоимость телефона (тыс. руб.), распределена непрерывно. Найдём среднее выборочное, выборочное среднеквадратичное отклонение, построим гистограмму, найдём доверительный интервал для генеральной средней выборки с вероятностью $\gamma = 0,95$.

Вычислим выборочное среднее (средняя цена телефона данной модели в интернет-магазинах):

$$\bar{x}_b = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^7 \tilde{x}_i \cdot n_i = \frac{1}{36} \cdot (14,5 \cdot 2 + 15,5 \cdot 4 + 16,5 \cdot 2 + 17,5 \cdot 15 + 18,5 \cdot 5 + 19,5 \cdot 7 + 20,5 \cdot 1) = 17,667,$$

где \tilde{x}_i – середины частичных интервалов.

Найдём выборочную дисперсию, которая характеризует разброс цен относительно средней цены:

$$D_b = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^5 \tilde{x}_i^2 \cdot n_i - (\bar{x}_b)^2 = \frac{1}{36} \cdot (14,5^2 \cdot 2 + \dots + 20,5^2 \cdot 1) - 17,667^2 = 314,25 - 17,667^2 = 2,127.$$

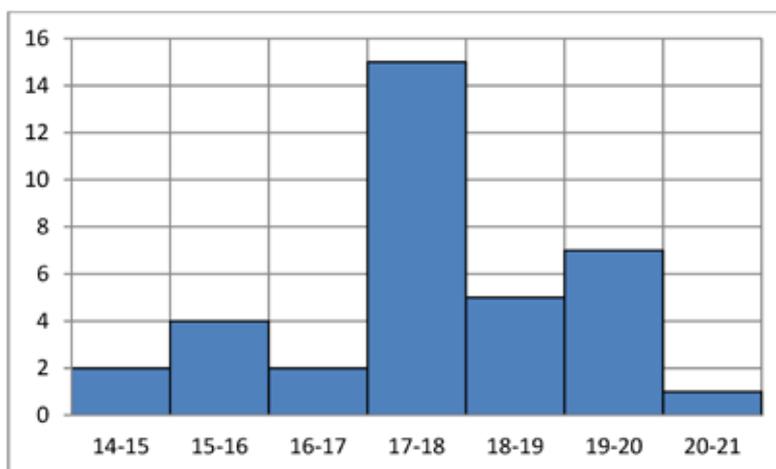
Выборочное среднеквадратичное отклонение

$$\sigma_b = \sqrt{D_b} = 1,458.$$

Исправленное среднеквадратичное отклонение

$$S = \sqrt{\frac{n}{n-1} \cdot D_b} = 1,479.$$

Построим гистограмму частот, которая наглядно показывает ценовой диапазон телефона данной модели относительно количества магазинов:



Найдём доверительный интервал для генеральной средней выборки с надёжностью, равной 95%. По таблице значений функции Лапласа $\Phi(x)$ при $\gamma = 0.95$, находим $x = 1.96$.

Тогда точность оценки равна:

$$\Delta = x \frac{s}{\sqrt{n}} = 1.96 \frac{1.479}{\sqrt{36}} = 0.438.$$

Отсюда доверительный интервал средней стоимости телефона равен:

$$\bar{x}_b - \Delta \leq m_x \leq \bar{x}_b + \Delta;$$

$$17.667 - 0.438 \leq m_x \leq 17.667 + 0.438;$$

$$17.229 \leq m_x \leq 18.105;$$

Таким образом, мы выяснили, что средняя цена телефона данной модели составляет 17,667 руб. в нашем регионе. Приобрести такой телефон в популярных интернет-магазинах можно от 17 229 до 18 105 руб.

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; URL: <http://www.natural-sciences.ru/article/view?id=7763>.
2. Хрушев Д.Г., Силантьев А.В., Агишева Д.К., Зотова С.А. Ошибки принятия гипотезы в математической статистике // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3; URL: www.eduherald.ru/140-14164.
3. <https://market.yandex.ru/product/12692902?hid=91491>.
4. Агишева Д.К., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б. Математическая статистика: учебное пособие. / Д.К. Агишева, С.А. Зотова, Т.А. Матвеева, В.Б. Светличная; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. – Волгоград, 2010.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ ПОЯВЛЕНИЯ ОПРЕДЕЛЁННОГО ПРИЗНАКА С ПОМОЩЬЮ ИНТЕРВАЛЬНОГО ВАРИАЦИОННОГО РЯДА

Мальцева А.И., Пискунова А.А., Матвеева Т.А., Зотова С.А., Светличная В.Б.

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: bli2s@mail.ru

Первым шагом систематизации материалов статистического наблюдения является составление ва-

риационного ряда. Когда число различных значений в выборке велико, весь промежуток измерения значений выборки, от минимального до максимального, разбивают на частичные интервалы. Число интервалов следует брать не очень большим, но и не очень малым, чтобы не потерять особенности распределения признака.

Рассмотрим пример составления интервального вариационного ряда.

В табл. 1 приведена статистика поданных заявлений поступающих абитуриентов на бюджетную форму обучения в ВУЗ на различные направления подготовки за 201-2015 гг.

Мы хотим провести расчёт и выяснить зависимость подачи заявлений от предоставленных ВУЗом бюджетных мест.

Сначала требуется составить интервальный вариационный ряд.

Найдём количество интервалов k при $n = 45$. Число определяется по формуле Стерджеса:

$$k \approx 1 + \log_2 n = 6,492 \approx 7,$$

где $\log_2 n \approx 3,222 \lg n$. Значение k подбирается целым.

Т. к. $x_{\min} = 136$, $x_{\max} = 520$, то длина частичного интервала находится по формуле:

$$h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k} = \frac{520 - 136}{7} = 60.$$

За начало первого частичного интервала примем

$$x_0 = x_{\min} - \frac{h}{2} = 136 - 30 = 106.$$

Подсчитав число направлений, на которые подавались заявления m_i , попавшие в каждый из полученных промежутков, получим интервальный вариационный ряд (табл. 2). Здесь $n = \sum m_i = 45$.

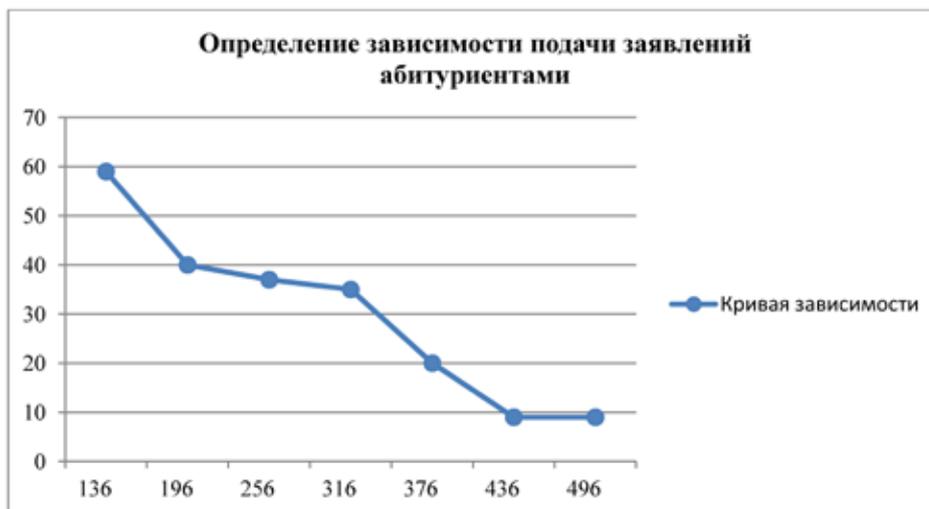
Таким образом, из рисунка мы видим, что подача заявлений, в первую очередь, высока на направления, где имеется большее количество бюджетных мест. Соответственно, там, где вероятность успешного поступления «на бюджет» меньше, частота подачи заявлений снижается, но также существуют и такие направления, конкурс на которые высок в любое время.

Таблица 1

Годы	План/ Кол-во поданных заявлений								
	40	15	35	10	37	9	9	28	59
2015	295	150	137	202	270	504	520	204	163
2014	198	237	249	298	322	384	411	176	237
2013	350	159	239	237	255	239	351	174	273
2012	155	197	302	146	177	221	345	275	245
2011	223	202	341	293	265	160	143	155	304

Таблица 2

Кол-во поданных заявлений	106-166	166-226	226-286	286-346	346-406	406-466	466-526
План бюджета	59	40	37	35	20	9	9



Графическое изображение проведённого расчёта

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; URL: <http://www.natural-sciences.ru/article/view?id=7763>.
 2. Хрущев Д.Г., Силантьев А.В., Агишева Д.К., Зотова С.А. Ошибки принятия гипотезы в математической статистике // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3; URL: www.eduherald.ru/140-14164.
 3. Агишева Д.К., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б. Математическая статистика: учебное пособие. / Д.К. Агишева, С.А. Зотова, Т.А. Матвеева, В.Б. Светличная; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. – Волгоград, 2010.

ПОИСК САМОЙ РЕНТАБЕЛЬНОЙ ЦЕНЫ СОКА С ПОМОЩЬЮ ИНТЕРВАЛЬНОГО ВАРИАЦИОННОГО РЯДА

Маслов А.А., Светличная В.Б., Матвеева Т.А., Агишева Д.К. *Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: mathemat@volpi.ru*

В магазин завозят разные виды соков. В течение семи дней цена на разные соки по указанию управляющего цена менялась от 50 рублей за пачку до 120 ру-

блей за пачку. С помощью числовых характеристик выборки определить самую рентабельную цену на товар и определить среднее отклонение цены сока.

В табл. 1 приведены цены на разные соки в каждый день и количество продаж в эти дни.

Решение. Определим общее количество продаж за эти дни (объём выборки):

$$n = 30 + 21 + 18 + 12 + 6 + 1 = 100.$$

Найдём относительные частоты покупок в приведённых интервалах цен по формуле $P_i^* = \frac{m_i}{n}$ (табл. 2).

Для каждого интервала определим среднее значение.

Самую рентабельную цену на товар определим как среднюю выборочную величину по формуле:

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^k \tilde{X}_i P_i^*,$$

где \tilde{X}_i – средние значения цен в интервалах.

Таблица 1

Интервал цен	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110	110-120
Количество продаж	30	21	18	12	2	6	1

Таблица 2

Средняя цена	55	65	75	85	95	105	115
Количество продаж (m_i)	30	21	18	2	12	6	1
Относит. частота (P_i^*)	0,30	0,21	0,18	0,12	0,02	0,06	0,01

Итак,

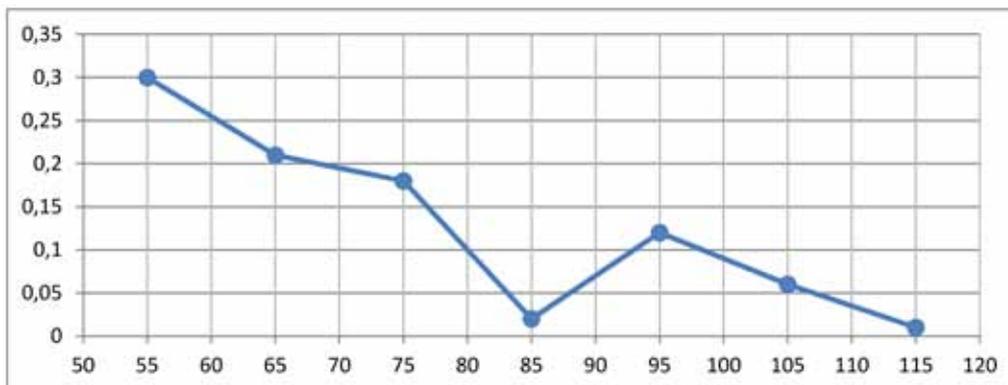
$$\begin{aligned} \bar{X} &= 55 \cdot 0,30 + 65 \cdot 0,21 + 75 \cdot 0,18 + 85 \cdot 0,02 + \\ &+ 95 \cdot 0,12 + 105 \cdot 0,06 + 115 \cdot 0,01 = 64,2. \end{aligned}$$

Значит, самая рентабельная цена равна 64 руб. 20 коп $\bar{X} = 96$ руб. 60 коп. Определим квадрат среднего отклонения цены сока:

$$D[X] = \sum_{i=1}^k (\tilde{X}_i - \bar{X})^2 \cdot P_i^* = \sum_{i=1}^k \tilde{X}_i^2 \cdot P_i^* - \bar{X}^2.$$

$$D[X] = (55^2 \cdot 0,30 + 65^2 \cdot 0,21 + \dots + 105^2 \cdot 0,06 + 115^2 \cdot 0,01) - 64,2^2 = 706,86.$$

Среднее отклонение цены сока равно: $\sigma[X] = \sqrt{D[X]} = \sqrt{706,86} \approx 26,6$ руб.
 Построим полигон (рисунок).



Полигон относительных частот

Из рисунка видно, что, как правило, чем выше цена, тем меньшим спросом пользуется товар. При этом в среднем большинство людей готовы покупать сок в ценовом диапазоне от $64,2 - 26,6 = 37,6$ руб. до $64,2 + 26,6 = 90,8$ руб.

Ответ/ Самая рентабельная цена равна 64 руб. 20 коп.; среднее отклонение цены сока равно 26 руб. 60 коп.

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. 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.
3. Дацковская М.А., Колеснёв А.С., Агишева Д.К., Зотова С.А. Интервальный вариационный ряд // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3; URL: www.eduherald.ru/140-14154.

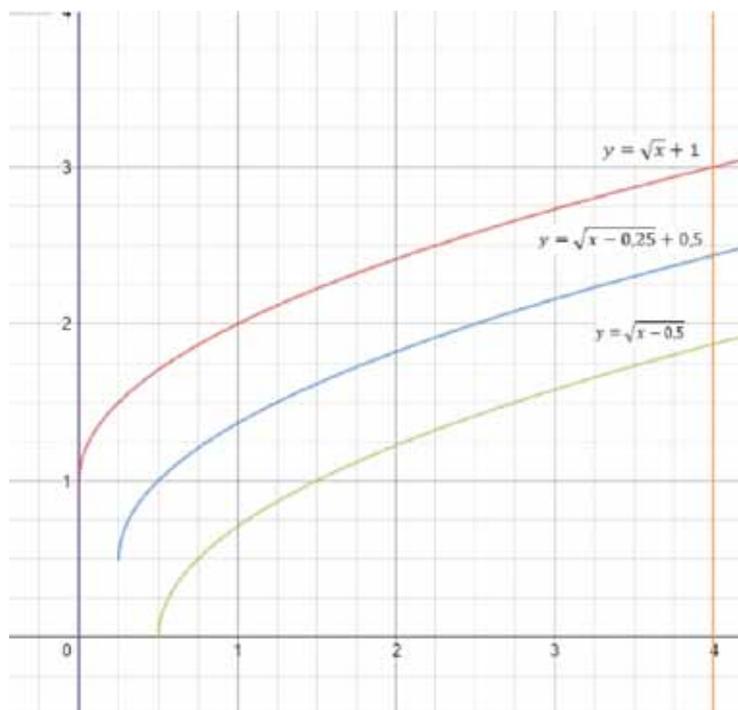
ПОИСК ОБЪЁМА КОКОСОВОЙ МЯКОТИ И ПУСТОГО ПРОСТРАНСТВА ВНУТРИ КОКОСА

Митин В.А., Дикань И.И., Светличная В.Б., Агишева Д.К., Зотова С.А.

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: mathemat@volpi.ru

Задача, которую мы решаем, не является каждой, но её решение может пригодиться каждому. Кокос, лежащий на столе, состоит из скорлупы, мякоти и пустоты. Скорлупа ограничена функцией $y = \sqrt{x+1}$, скорлупу и мякоть разделяет функция $y = \sqrt{x-0,25} + 0,5$, а мякоть и пустоту $y = \sqrt{x-0,5}$. Построим график кокоса, найдём объём кокосовой мякоти и определим, сколько процентов кокоса составляет пустота.

Решение. Построение графика (рисунок).



Нахождение объёма кокосовой мякоти

Для нахождения объёма используем формулу объёма тела вращения. Вращая функцию вокруг оси, получаем лишь половину фигуры, поэтому всю результат нужно умножить на 2.

Для начала найдём объём всего кокоса:

$$V_{\text{кокоса}} = 2\pi \int_0^4 (\sqrt{x} + 1)^2 dx = 2\pi \left(\frac{4}{3}(\sqrt{x})^3 + \frac{x^2}{2} + x \right) \Big|_0^4 = \frac{136\pi}{3} \approx 45,33\pi.$$

Затем найдём объём кокоса без скорлупы:

$$V_{\text{без оболочки}} = 2\pi \int_0^4 (\sqrt{x-0,25} + 0,5)^2 dx = 2\pi \left(\frac{x^2}{23} + \frac{2}{23}(\sqrt{x-0,25})^3 \right) \Big|_0^4 \approx 25,68\pi.$$

Из этого следует, что можно найти объём скорлупы:

$$V_{\text{оболочки}} = V_{\text{кокоса}} - V_{\text{без оболочки}} = 45,33\pi - 25,68\pi = 19,65\pi.$$

Найдём объём пустоты внутри кокоса:

$$V_{\text{пустоты}} = 2\pi \int_0^4 (\sqrt{x-0,5})^2 dx = 2\pi \left(\frac{x^2}{22} - \frac{x}{11} \right) \Big|_0^4 = 12\pi.$$

Теперь находим объём мякоти:

$$25,68\pi.$$

Определение процента пустоты от всего кокоса

$$\frac{45,33\pi - 100\%}{12\pi - x}.$$

По пропорции находим:

$$x = \frac{12\pi \cdot 100}{45,33\pi} \approx 26,5\%.$$

Итак, объём мякоти составляет 13,68π, при этом в кокосе имеется 26,5% пустоты.

Список литературы

1. Булашкова М.Г., Ломакина А.Н., Чаузова Е.А., Зотова С.А. Роль математики в современном мире // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 45-49.

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЯХ. УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ

Рязанова О.В., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б.

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: bli2s@mail.ru

В процессе изучения математического анализа в экономических приложениях, по всей видимости, каждый задаётся вопросом о необходимости и возможности использования его в жизни и профессиональной деятельности. В действительности, математический анализ в экономических приложениях, имеет широкий спектр применения. С его помощью производитель может найти прибыль от продажи продукции, необходимый объём партии выпускаемой продукции для достижения максимальной прибыли, издержки при производстве товаров, ежегодную амортизацию оборудования, а также его стоимость через некоторое время.

В качестве примера рассмотрим модель управления запасами. Она подразделяется на три модели: основная модель, модель производственных запасов

и модель поставок со скидками. Рассмотрим основную модель управления запасами.

Пусть партия товара поступает на склад мгновенно в тот момент, когда запас становится равным нулю. $Q(t)$ – функция изменения запаса, которая показывает связь между количеством единиц товара на складе и временем t . Если на товар имеется спрос, то функция изменения запаса $Q(t)$ убывает. Если товар завозят на склад, то функция $Q(t)$ возрастает.

Основные обозначения:

Цена единицы товара – c (у.е.);

Интенсивность спроса товара в год – d (ед.);

Организационные издержки на одну партию товара – s (у.е.);

Издержки на хранение единицы запаса товара в год – h (у.е.);

Размер одной партии товара – q (ед.).

Тогда:

Стоимость товара cd ;

Организационные издержки $\frac{d}{q} \cdot s$;

Издержки на хранение товара $\frac{q}{2} \cdot h$;

Общие издержки

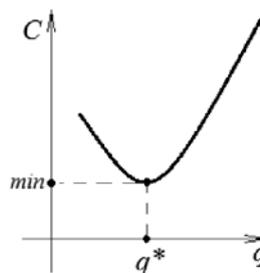
$$C(q) = c \cdot d + \frac{s \cdot d}{q} + \frac{q \cdot h}{2}.$$

Определяя минимум функции общих издержек, используя теорию дифференциального исчисления:

$$C'(q) = -\frac{s \cdot d}{q^2} + \frac{h}{2} = 0,$$

получим формулу оптимального запаса

$$q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot s \cdot d}{h}}.$$



Кроме того, можно вычислить:

оптимальное число поставок за год: $n^* = \frac{d}{q^*}$;

продолжительность цикла изменения запаса:

$$t^* = \frac{365}{n^*}.$$

Пусть $d = 50$ (ед. в месяц), $c = 60$ (руб.), $s = 100$ (руб.), $h = 20\%$ от среднегодовой стоимости или $h = 60 \cdot 0,2 : 12 = 1$ (руб. в месяц).

Тогда $q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \cdot 50}{1}} = 100$ (ед.) в одной партии,

$n^* = \frac{50}{100} = \frac{1}{2}$ или 1 заказ в полгода.

Благодаря полученным формулам, путём определения оптимального размера партии товара, производитель может добиться максимизации прибыли и минимизации издержек.

Список литературы

1. <http://www.novsu.ru/file/984747>.
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. Королева А.В., Сабина А.С., Зотова С.А., Светличная В.Б., Матвеева Т.А. Модель управления запасами // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3; URL: www.eduherald.ru/140-14158.

ОДНОКАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ПУАССОНОВСКИМ ВХОДНЫМ ПОТОКОМ

Якушина А.А., Быханов А.В., Елагина А.И., Матвеева Т.А., Агишева Д.К., Светличная В.Б.

*Волжский политехнический институт, филиал
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский,
e-mail: alyona.verteletzkaja@yandex.ru*

Модели массового обслуживания часто встречаются в нашей повседневной жизни. Мы сталкиваемся с ними буквально повсюду: очереди в ожидании обслуживания в кафе, очереди к кассе в магазине, в банке, парикмахерской, автомойке, на бензозаправочной станции и т. д.

Анализ процессов массового обслуживания даёт нам оценку влияния на режим функционирования системы таких показателей, как частота поступления заявок на обслуживание, время обслуживания поступающих заявок, количество и размещение различных компонентов обслуживающего комплекса и т.д.

Простейшей *одноканальной моделью* с вероятностными входным потоком и процедурой обслуживания является модель, характеризующая показательным распределением как длительностей интервалов между поступлениями требований, так и длительностей обслуживания. При этом плотность распределения длительностей интервалов между поступлениями требований имеет вид

$$f_1(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t},$$

где λ – интенсивность поступления заявок в систему (среднее число заявок, поступающих в систему за единицу времени).

Плотность распределения длительностей обслуживания:

$$f_2(t) = \mu \cdot e^{-\mu t},$$

где $\mu = \frac{1}{t_{об}}$ – интенсивность обслуживания; $t_{об}$ – среднее время обслуживания одного клиента.

Рассмотрим систему, работающую с отказами. Можно определить абсолютную и относительную пропускную способность системы.

Относительная пропускная способность равна доли обслуженных заявок относительно всех поступающих и вычисляется по формуле:

$$q = \frac{\mu}{\lambda + \mu}.$$

Эта величина равна вероятности P_0 того, что канал обслуживания свободен.

Абсолютная пропускная способность – среднее число заявок, которое может обслужить система массового обслуживания в единицу времени:

$$A = \lambda \cdot q = \frac{\lambda \cdot \mu}{\lambda + \mu}.$$

Вероятность отказа в обслуживании заявки будет равна вероятности состояния «канал обслуживания занят»:

$$P_{отк} = 1 - \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{\lambda}{\lambda + \mu}.$$

Величина $P_{отк}$ может быть интерпретирована как средняя доля необслуженных заявок среди всех поданных.

Пусть одноканальная система массового обслуживания (СМО) с отказами представляет собой одно место в очереди к кассе в банке. Заявка – посетитель, прибывший в момент, когда место занято, получает отказ в обслуживании. Интенсивность потока прихода посетителей $\lambda = 3$ (чел./ч). Средняя продолжительность обслуживания $t_{об} = 0,6$ ч.

Мы будем определять в установившемся режиме следующие предельные значения: относительную пропускную способность q ; абсолютную пропускную способность A ; вероятность отказа $P_{отк}$.

Сравним фактическую пропускную способность системы массового обслуживания с номинальной пропускной способностью, которая была бы, если бы каждый посетитель обслуживался 0,6 часа, и очередь была бы непрерывной.

Вначале определим интенсивность потока обслуживания:

$$\mu = \frac{1}{t_{об}} = \frac{1}{0,6} = 1,666.$$

Вычислим относительную пропускную способность:

$$q = \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{1,666}{1 + 1,666} = 0,624.$$

Величина q означает, что в установившемся режиме система будет обслуживать примерно 62,4% прибывающих человек.

Абсолютную пропускную способность определим по формуле:

$$A = \lambda q = 1 \cdot 0,624 = 0,624.$$

Это означает, что система способна осуществить в среднем 0,624 обслуживания человека в час.

Вычислим вероятность отказа:

$$P_{отк} = 1 - q = 1 - 0,624 = 0,376.$$

Это означает, что около 37,6% прибывших посетителей на кассу получают отказ в обслуживании.

Определим номинальную пропускную способность системы:

$$A_{ном} = \frac{1}{t_{об}} = \frac{1}{0,6} = 1,666 \text{ (чел./ч)}$$

Исходя из данных расчётов, делаем вывод, что $A_{ном}$ в $\frac{1,666}{0,624} = 2,66$ раза больше, чем фактическая пропускная способность, вычисленная с учётом случайного характера потока заявок и времени обслуживания.

Данная система работает неэффективно. Вероятность отказа слишком большая – 37 человек из 100 уйдут из банка не получив обслуживания. Это не-

допустимо. В такой ситуации есть несколько решений проблемы:

Добавить ещё один канал обслуживания, т.е. организовать двухканальную систему. Это позволит принять больше заявок, но несёт дополнительные затраты на создание дополнительного канала и на дальнейшее его содержание.

Не добавляя ещё одного канала, уменьшить время на обслуживание одной заявки, например, за счёт автоматизации канала.

Не добавляя ещё одного канала, создать систему без отказов, но с ожиданием в очереди. Этого можно добиться, если установить диваны для ожидания.

Таким образом, можно повысить эффективность работы наиболее приемлемым для банка решением.

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; URL: <http://www.natural-sciences.ru/article/view?id=7763>.
2. Хрушев Д.Г., Силантьев А.В., Агишева Д.К., Зотова С.А. Ошибки принятия гипотезы в математической статистике // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3; URL: www.eduherald.ru/140-14164.
3. Агишева Д.К., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б. Математическая статистика: учебное пособие / Д.К. Агишева, С.А. Зотова, Т.А. Матвеева, В.Б. Светличная; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. – Волгоград, 2010.

**Секция «Применение методов прикладной математической статистики при решении технических задач»,
научный руководитель – Ребро И.В., канд. пед. наук**

**СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ГВОЗДЯ СТРОИТЕЛЬНОГО**

Алимова В.П., Ребро И.В.,
Мустафина Д.А.

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

Гвоздь – это крепежное изделие, имеющее вид стержня с головкой и острым концом. ГОСТ 4028-63 – гвозди для применения в строительстве при выполнении внутренних строительно-отделочных работ, где

в основном используют изделия без антикоррозионного покрытия для условий с нормальной влажностью.

Актуальность данной темы заключается в том, что с целью установления эффективного процесса проводится измерение результатов обработки.

Проведем статистическое регулирование изготовления гвоздя, учитывая номинальные диаметр стержня (гвоздь ГОСТ 4028-63 имеет диаметр 1,2 мм) с $\epsilon_1=0,03$ мм и длину гвоздя (гвоздь ГОСТ 4028-63 имеет длину 20 мм) с $\epsilon_2=-3$ мм.

Для проведения статистического анализа провели замеры диаметров стержня и длины гвоздя.

Таблица 1

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>d</i>	1,17	1,21	1,2	1,18	1,19	1,23	1,22	1,19	1,17	1,2

Таблица 2

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>l</i>	17	18	20	19	17	18	19	20	17	17

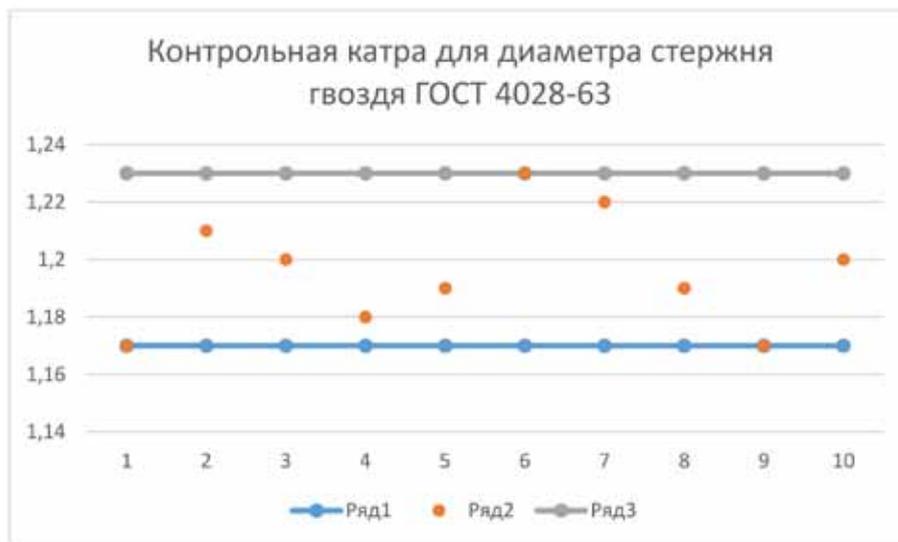


Рис. 1:
● – контрольные цифры *d*

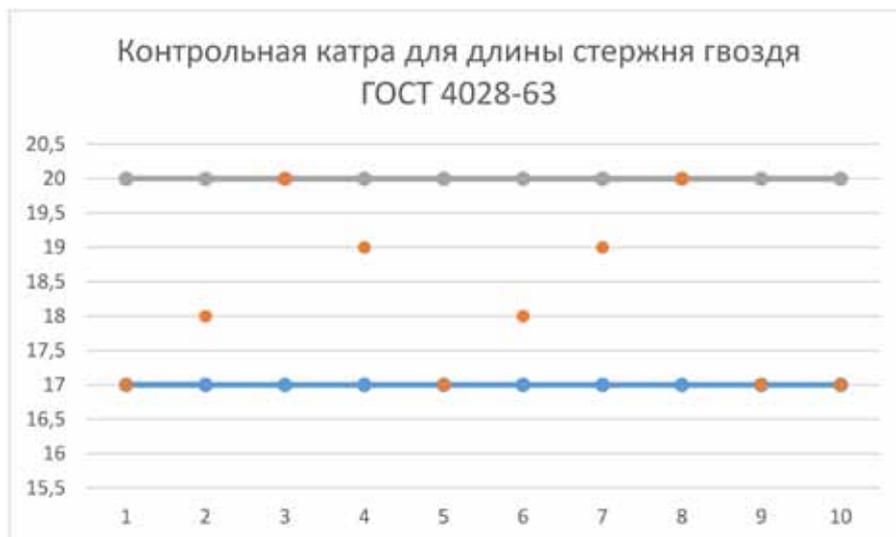


Рис. 2:

● – контрольные цифры 1

Анализ контрольных карт в обоих случаях показывает, что рассеяние диаметра и длины стержня гвоздя приемлемо, так как значения не выходят за пределы границы. Это указывает о том, что данные гвозди сделаны качественно.

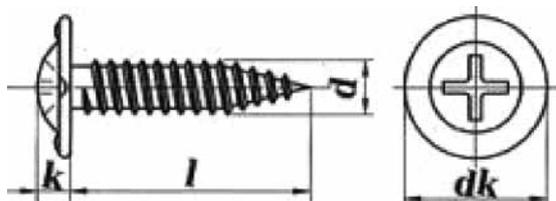
Список литературы

1. Ребро И.В. Прикладная математическая статистика (для технических специальностей): учеб. пособие / И.В. Ребро, В.А. Носенко, Н.Н. Короткова. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2011.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗГОТОВЛЕНИЯ САМОРЕЗА С ПРЕССШАЙБОЙ ОСТРЫЙ

Архангельская В.Д., Ребро И.В., Мустафина Д.А.
Волжский политехнический институт, филиал
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский,
e-mail: arhangelsckaya.ek@yandex.ru

Саморез с прессшайбой – это такой винт, который сверху напоминает собой небольшую сдавленную шайбу. Применяется он во многих сферах промышленности и строительства.



На данном рисунке представлен вид самореза с прессшайбой.

Представленная тема является очень актуальной, это заключается в том, что проводится измерение результатов обработки, для выявления эффективного процесса изготовления. Для этого проводим некоторые измерения саморезов.

Проведем статистическое регулирование изготовления самореза, учитывая номинальный диаметр

резьбы самореза. При этом мы должны учитывать номинальный диаметр резьбы, согласно РМЗ ТУ 7811-7355 ВУ 011, который равен $d=4.2$ мм. Максимальное отклонение 0,100.

Приведем измерения диаметра резьбы самореза с прессшайбой. Результаты первого измерения (табл. 1).

Теперь нам необходимо найти такое выборочное среднее квадратическое отклонение диаметра резьбы, которое является производственным браком.

Так как $x=4,31$ мм превышает максимальное отклонение, то предположим, что $x=4,31$ мм является промахом.

Проверим наше предположение. Для этого произведем некоторые расчеты, которые понадобятся нам для вывода.

$$n = \sum_{i=1}^5 m_i = 22 \text{ – сумма } m_i;$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{22} X_i m_i = 4,12 \text{ – выборочное среднее;}$$

$$D = \overline{X^2} - (\bar{X})^2 = 0.0363318 \text{ – выборочная дисперсия;}$$

$$G = \sqrt{D} = 0.190609 \text{ – выборочное среднее квадратическое отклонение выборки.}$$

Теперь нам надо рассчитать 3G. Получим

$$3G = 0.571827.$$

Найдем разность $X - \bar{X}$.

$$X - \bar{X} = 4.31 - 4.12 = 0.19.$$

Сравним $X - \bar{X} = 0.19 < 3G = 0.571827$. Из этого можно сделать вывод, что значение $X = 4.31$ не будет являться промахом, то есть возможен случайный брак на производстве саморезов.

Запишем результаты второго измерения (табл. 2)

Таблица 1

d , х мм	3.9	4.0	4.1	4.2	4.31
m	2	2	8	9	1

Таблица 2

<i>d</i> , х мм	3.9	4.0	4.1	4.2	4.31
<i>m</i>	5	6	5	5	1

Теперь нам необходимо найти такое выборочное среднее квадратическое отклонение диаметра резьбы, которое будет являться производственным браком.

Так как

$$X = 4.31,$$

что превышает максимальное отклонение. Будем предполагать это измерение браком.

Для проверки предположения проведем некоторые вычисления:

$$n = \sum_{i=1}^5 m_i = 22 \text{ - сумма } m_i;$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{22} X_i m_i = 4,0595 \text{ - выборочное среднее;}$$

$$D = \overline{X^2} - (\bar{X})^2 = 0.014459 \text{ - выборочная дисперсия;}$$

$$G = \sqrt{D} = 0.120245 \text{ - выборочное среднее квадратическое отклонение выборки;}$$

$$3G = 0.360735;$$

$$X - \bar{X} = 4.31 - 4.0595 = 0.2505.$$

Так как

$$X - \bar{X} = 0.2505 < 3G = 0.360735.$$

Из этого следует что, значение 4,31 является случайным браком на производстве саморезов.

Список литературы

1. Ребро И.В. Прикладная математическая статистика (для технических специальностей): учеб. пособие/И.В. Ребро, В.А. Носенко, Н.Н. Короткова; ВПИ (филиал). – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2011.
2. РМЗ ТУ 7811-7355 ВУ 011.
3. <http://nmkn.ru/article/samorez-s-press-shajboj-ostryj-rmz-tu-7811-7355-by-011>.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ КРОМКРЕЗА

Быханов А.В., Ребро И.В., Мустафина Д.А.

Волжский политехнический институт, филиал
Волгоградского государственного технического университета, Волжский,
e-mail: bihanov0615aleksei@mail.ru

Кромкорез – это машина, которая подготавливает листовой металл, а также трубы под сварку. Кромкорезы используются во многих отраслях промышленности и в настоящее время приобретают все большую популярность. Строительство, металлообработка, станкостроение, машиностроение и многие другие отрасли промышленности используют кромкорезы.

Для качественной обработки листов металла и труб используют кромкорезы и кромкоскальвающие машины. Кромкорезы бывают ручные и стационарные. Стационарный кромкорез также называют кромкоскальвающей машиной обычно обрабатывают более габаритные детали с шириной фаски от 10 мм и толщиной листа до 30 мм. Ручные кромкорезы это компактные и мобильные устройства, что позволяет использовать их в достаточно ограниченном пространстве.

Снятие фаски кромкорезом производится при помощи твердосплавных пластин, которые закрепляются в специальную фрезу. Замена твердосплавных пластин очень проста и не занимает много времени. Также некоторые модели кромкорезов, такие как СНР – 6, СНР – 7, СНР – 12, СНР – 21G, SMF – 900 оснащены устройством изменения угла фаски. Угол регулируется от 22 – 45 градусов.

Кромкорез обрабатывает заготовку достаточно быстро, за проход по всей ширине снимается необходимый для сварки слой кромки и поверхность готова для наложения сварочного шва. После обработки поверхность становится гладкой и ровной, дополнительной обработки не требуется.

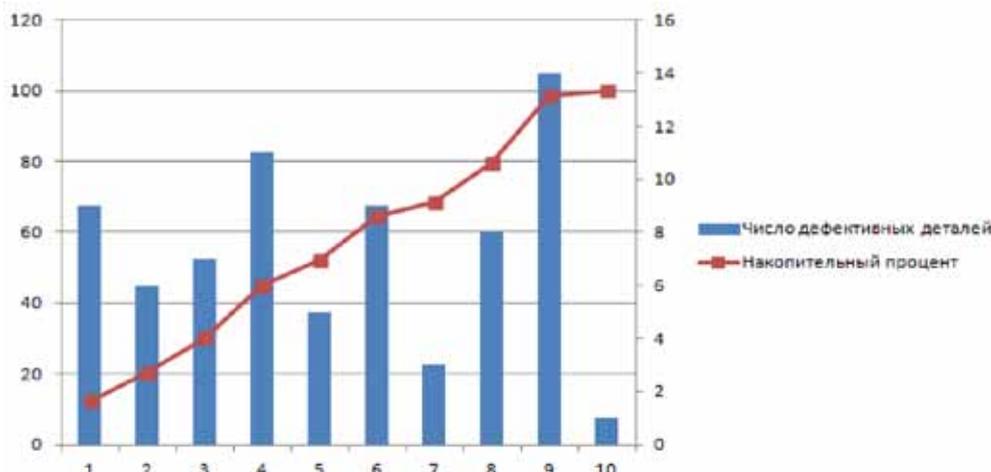
Исследуем проблему появления брака при обработке деталей. С учетом того, что потери от брака одной детали каждого вида примерно одинаковы, в качестве единицы измерения выбирается число дефектных деталей каждого вида. Получим таблицу (табл. 1).

Таблица 1

Детали	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Число дефектных деталей	9	6	7	11	5	9	3	8	14	1

Таблица 2

Номер детали	Число дефективных деталей	Накопительная сумма деталей	Процент деталей	Накопительный процент
1	9	9	0,123287	12,3287
2	6	15	0,082191	20,5478
3	7	22	0,095890	30,1368
4	11	33	0,150685	45,2055
5	5	38	0,068493	52,0548
6	9	47	0,123287	64,3837
7	3	50	0,041096	68,4934
8	8	58	0,109589	79,4523
9	14	72	0,191781	98,6304
10	1	73	0,013699	100
Итого	73			



По полученным данным составим табл. 2 для того, чтобы проверить данные.

Результаты расчетов для наглядности изображены на диаграмме.

Рассмотрев диаграмму, получаем вывод, что на кромкорезах под номерами 2, 6 и 9 больше всего дефективных заготовок и они требуют замены.

Список литературы

1. Ребро И.В. Прикладная математическая статистика (для технических специальностей): учеб. пособие / И.В. Ребро, В.А. Носенко, Н.Н. Короткова; ВПИ (филиал) ВолгГТУ.-Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2011.
2. <http://grantmetal.ru/rezka-gibka-metalla/kromkorezy-i-ruchnyye-faskosnimateli/>.

ОЦЕНКА РАБОТЫ СТАНКА НА ОСНОВАНИИ АНАЛИЗА ДОВЕРИТЕЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОЖИДАНИЯ

Вострикова О.А., Ребро И.В., Мустафина Д.А.

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: ms.daryao@mail.ru

С помощью анализа двустороннего интервала для математического ожидания среднего диаметра подшипника, при доверительной вероятности $\alpha=0,95$, определим работу станка, на котором изготавливаются подшипники.

Средний диаметр однорядных радиально-упорных шарикоподшипников по ГОСТу 8338-75 составляет 35 мм, а исправленное среднее квадратичное отклонение 0,1 мм. Для проведения исследования была совершена выборка объемом $n=82$ шт. подшипников, где средний диаметр составляет 35,3 мм.

Имеем следующие данные (таблица).

Средняя выборка по данным значениям, \bar{a}	Средняя выборка по ГОСТу, $x_{\text{ср}}$	Среднее квадратичное отклонение по ГОСТу, S
35,3	35	0,1

Доверительный интервал для математического ожидания вычисляется по формуле

$$\bar{x} - t \frac{S}{\sqrt{n}} \leq \alpha \leq \bar{x} + t \frac{S}{\sqrt{n}},$$

где по соответствующей таблице при доверительной вероятности 0,95, $t=1,95$.

Подставим все значения в неравенства и получим доверительный интервал для математического ожидания по ГОСТу:

$$35 - 1,95 \frac{0,1}{\sqrt{82}} \leq \alpha \leq 35 + 1,95 \frac{0,1}{\sqrt{82}};$$

$$34,978 \leq \alpha \leq 35,021.$$

Подставим все значения в неравенства и получим доверительный интервал для математического ожидания по экспериментальным данным:

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{n}{n-1} D} = \sqrt{\frac{82}{81} \cdot 0,09} \approx 0,091;$$

$$35,3 - 1,95 \frac{0,091}{\sqrt{82}} \leq \alpha \leq 35,3 + 1,95 \frac{0,091}{\sqrt{82}};$$

$$35,28 \leq \alpha \leq 35,319.$$

Получаем, что минимальное значение доверительного интервала для математического ожидания по экспериментальным данным больше максимального значения доверительного интервала для математического ожидания по ГОСТу, то станок требует наладок.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШУРУПА

Егорова Е.Г., Ребро И.В., Мустафина Д.А.

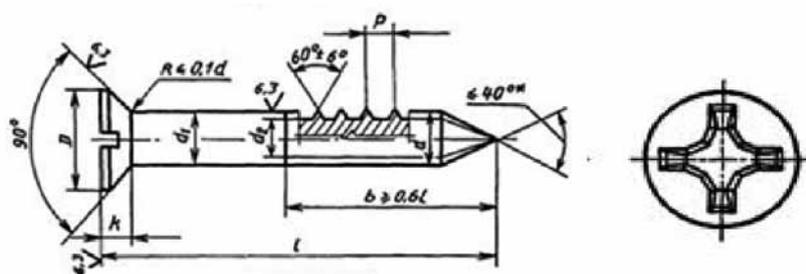
Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: anastasya.piskunova@yandex.ru

Шуруп – это крепёжное изделие, которое имеет вид стержня с головкой и специальной наружной резьбой, которая образует внутреннюю резьбу в отверстии присоединяемого предмета. Рассмотрим шурупы с потайной головкой ГОСТ 1145-80.

Представленная тема является очень актуальной, это заключается в том, что проводится измерение результатов обработки, с той целью, чтобы определить эффективность процесса изготовления. Благодаря этому, мы определим качество изготовления данных шурупов, и готовы ли они к эксплуатации.

Для этого, проведём статистическое регулирование изготовления нашего шурупа. При этом, учитываем номинальный диаметр резьбы, согласно ГОСТ 1145-80, который равен $d=10$ мм. Максимальное отклонение 0,200.

Проведём измерения диаметра резьбы шурупов с потайной головкой. Полученные данные запишем в табл. 1.



Вид шпунга с потайной головкой

Таблица 1

Результаты 1-го и 2-го измерения

Результаты 1-го измерения		Результаты 2-го измерения	
d_1 , x мм	m_1	d_2 , x мм	m_2
9,90	6	9,90	5
9,99	0	9,99	4
10,00	8	10,00	5
10,15	0	10,15	0
10,21	1	10,21	1

Таблица 2

Статистические характеристики	Расчётные формулы	1-ое измерение	2-ое измерение
Кол-во n	$n = \sum_{i=1}^5 m_i$	15	15
Выборочное среднее \bar{x}	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{15} (x_i m_i)$	9,974	9,978
Выборочная дисперсия D	$D = \bar{x}^2 - (\bar{x})^2$	0,006264	0,005816
Выборочное среднее кв. откл. G	$G = \sqrt{D}$	0,0791454	0,0762627
$3G$	$3G$	0,2374363	0,2287881
$x - \bar{x}$	$x - \bar{x}$	0,236	0,232

Теперь нам необходимо найти такое выборочное среднее квадратическое отклонение диаметра резьбы, которое будет являться производственным браком.

Замечание. Так как размер диаметра $x=10,21$ мм значительно превышает максимальное отклонение, то мы вправе предположить, что данное значение диаметра резьбы шпунга является промахом.

Проверим наше предположение. Для этого рассчитаем некоторые статистические характеристики, которые понадобятся нам в дальнейшем, для вывода (табл. 2).

Сравним $x - \bar{x}$ и $3G$, 1-го и 2-го измерений, получим:

1-е измерение: $x - \bar{x} = 0,236 < 3G = 0,2374363$. Из этого можно сделать вывод, что значение $x=10,21$ не будет являться промахом, то есть возможен случайный брак на производстве шпунгов.

2-ое измерение: $x - \bar{x} = 0,232 > 3G = 0,2287881$. Из этого можно сделать вывод, что значение $x=10,21$ необходимо будет в дальнейшем исключить из расчётов, как промах.

Список литературы

1. Ребро И.В. Прикладная математическая статистика (для технических специальностей): учеб. пособие / И.В. Ребро, В.А. Носенко, Н.Н. Короткова; ВПИ (филиал).

СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА НА ФАБРИКЕ КОНФЕТ

Елагина А.И., Ребро И.В.,
Муштафина Д.А.

Волжский политехнический институт, филиал
Волгоградского государственного технического
университета Волжский,
e-mail: elagina.9696@mail.ru

В настоящее время на заводах обострилась конкуренция в кондитерской промышленности. И поэтому каждый производитель стремится выпускать качественную продукцию, таким образом, повышает спрос на свой товар и свою конкурентоспособность.

В своей работе я исследовала проблему проявления брака при изготовлении конфет. С учетом того, что потери от брака одной конфеты с каждого конвейера примерно одинаковы, то в качестве единицы измерения возьмем число дефектных конфет каждого конвейера. Запишем данные в табл. 1.

По полученным данным составим табл. 2, для проверки данных.

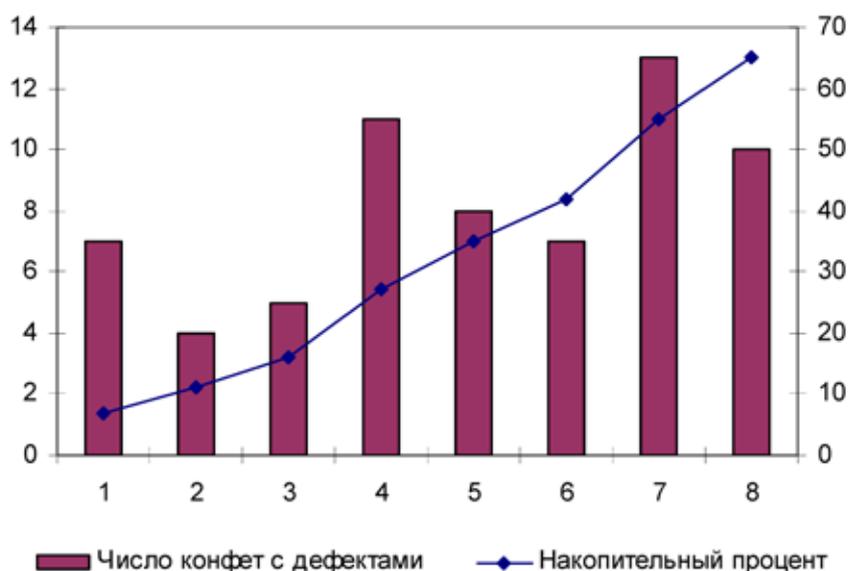
Результаты расчетов для наглядности отобразим на диаграмме.

Таблица 1

Номер конвейера	1	2	3	4	5	6	7	8
Число дефектных конфет	7	4	5	11	8	7	13	10

Таблица 2

Номер конфеты	Число дефектных конфет	Накопительная сумма конфет	Процент конфет	Накопительный процент
1	7	7	10,76923077	10,76923077
2	4	11	6,153846154	16,92307692
3	5	16	7,692307692	24,61538462
4	11	27	16,92307692	41,53846154
5	8	35	12,30769231	53,84615385
6	7	42	10,76923077	64,61538462
7	13	55	20	84,61538462
8	10	65	15,38461538	100
Итого	65			



Рассмотрев диаграмму, получаем вывод о том, что на конвейерах под номерами 4 и 7 больше всего дефектных конфет.

Список литературы

1. Ребро И.В. Прикладная математическая статистика (для технических специальностей): учеб. пособие / И.В. Ребро, В.А. Носенко, Н.Н. Короткова; ВПИ (филиал). – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2011.

РАСЧЕТ СРЕДНЕГОДООВОГО ТЕМПА ПРИРОСТА КУРСА АМЕРИКАНСКОГО ДОЛЛАРА

Кибардина К.Е., Ребро И.В., Мустафина Д.А.
Волжский политехнический институт, филиал
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский,
e-mail: ksenia.kibardina@yandex.ru

По данным таблицы курсов иностранных валют ЦБ России с 19.12.15 по 1.01.16 определить:

Цепные и базисные показатели: абсолютные приросты, темпы роста и прироста, абсолютные значения одного процента прироста.

Средний абсолютный прирост, средний темп роста и прироста (коэффициенты роста и прироста) уровней динамического ряда.

Среднегодовой темп прироста курса американского доллара.

Абсолютный прирост

Цепной: $\Delta_n = y_i - y_{i-1}$

Базисный: $\Delta_0 = y_i - y_0$

Темпы роста:

Цепной: $T_p = \frac{y_i}{y_{i-1}} - 100\%$

Базисный: $T_p = \frac{y_i}{y_0} - 100\%$

$T_{np} = \frac{\Delta}{y_{i-1}} - 100\%$ $T_{np} = \frac{\Delta}{y_0}$

Показатель абсолютного значения 1% прироста:

$|\%| = 0,01 y_{i-1}$

Анализ исчисленных коэффициентов показывает общее изменение курса американского доллара.

Рассчитаем средний абсолютный прирост:

$$\bar{\Delta} = \frac{\sum \Delta_{it}}{n-1} = \frac{1,6084}{13} = 0,123;$$

Это означает, что в среднем за рассматриваемый период курс американского доллара поднялся на 0,123 руб.

Рассчитаем средний темп роста по формуле средней геометрической:

$$\bar{T}_p = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_0}} = \sqrt[13]{\frac{72,9299}{71,3215}} = 1,002 = 100,2\%.$$

Среднегодовой темп прироста получим следующим образом:

100,2% – 100% = 0,2%, то есть в среднем за рассматриваемый период курс американского доллара повысился на 0,2%.

Представим полученные данные в виде таблицы.

Дата	Курс американского доллара	Абсолютный прирост		Темп роста		Темп прироста		%
		Цепной	Базисный	Цепной	Базисный	Цепной	Базисный	
19,12	71,3215	-	-	-	-	-	-	-
20,12	71,3215	0	0	100	100	0	0	0,71322
21,12	71,3215	0	0	100	100	0	0	0,71322
22,12	71,2553	-0,0662	-0,0662	99,9072	99,9072	-0,0928	-0,0009	0,71322
23,12	71,1211	-0,1342	-0,2004	99,8117	99,719	-0,1883	-0,0028	0,71255
24,12	70,9333	-0,1878	-0,3882	99,7359	99,4557	-0,2641	-0,0054	0,71121
25,12	69,5165	-1,4168	-1,805	98,0026	97,4692	-1,9974	-0,0253	0,70933
26,12	70,269	0,7525	-1,0525	101,082	98,5243	1,08248	-0,0148	0,69517
27,12	70,269	0	-1,0525	100	98,5243	0	-0,0148	0,70269
28,12	70,269	0	-1,0525	100	98,5243	0	-0,0148	0,70269
29,12	70,7865	0,5175	-0,535	100,736	99,2499	0,73646	-0,0075	0,70269
30,12	72,5066	1,7201	1,1851	102,43	101,662	2,42998	0,01662	0,70787
31,12	72,8827	0,3761	1,5612	100,519	102,189	0,51871	0,02189	0,72507
1,01	72,9299	0,0472	1,6084	100,065	102,255	0,06476	0,02255	0,72883
Среднее значение		-0,0086		99,99113032		0,083874161		-

Список литературы

1. Агишева Д.К., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б. Математическая статистика: учебное пособие. / Д.К. Агишева, С.А. Зотова, Т.А. Матвеева, В.Б. Светличная; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. – Волгоград, 2010.
 2. http://www.cbr.ru/currency_base/monthly.aspx.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ТОКАРНОГО СТАНКА

Мальцева А.И., Ребро И.В., Мустафина Д.А.

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: bli2s@mail.ru

Токарные станки – станки для обработки резанием (точением) заготовок из металлов и др. материалов в виде тел вращения. На токарных станках выполняются обточку и расточку цилиндрических, конических

и фасонных поверхностей, нарезание резьбы, подрезку и обработку торцов, сверление, зенкерование и развертывание отверстий и т. д. Заготовка получает вращение от шпинделя, резец – режущий инструмент – перемещается вместе с суппортом от ходового вала или ходового винта, получающих вращение от механизма подачи.

В состав токарной группы станков входят станки выполняющие различные операции точения: обдирку, снятие фасок, растачивание и т. д. Значительную долю станочного парка составляют станки токарной группы. Она включает, согласно классификации Экспериментального НИИ металлорежущих станков, девять типов станков, отличающихся по назначению, конструктивной компоновке, степени автоматизации и другим признакам.

Станки предназначены главным образом для обработки наружных и внутренних цилиндрических, конических и фасонных поверхностей, нарезания

резьбы и обработки торцовых поверхностей деталей типа тел вращения с помощью разнообразных резцов, свёрл, зенкеров, развёрток, метчиков и плашек. Применение на станках дополнительных специальных устройств (для шлифования, фрезерования, сверления радиальных отверстий и других видов обработки) значительно расширяет технологические возможности оборудования.

Исследуем проблему появления брака при выпуске деталей. С учетом того, что потери от брака одной детали каждого вида примерно одинаковы, в качестве единицы измерения выбирается число дефектных деталей каждого вида. Получим таблицу (табл. 1).

По полученным данным составим табл. 2 для того, чтобы проверить данные.

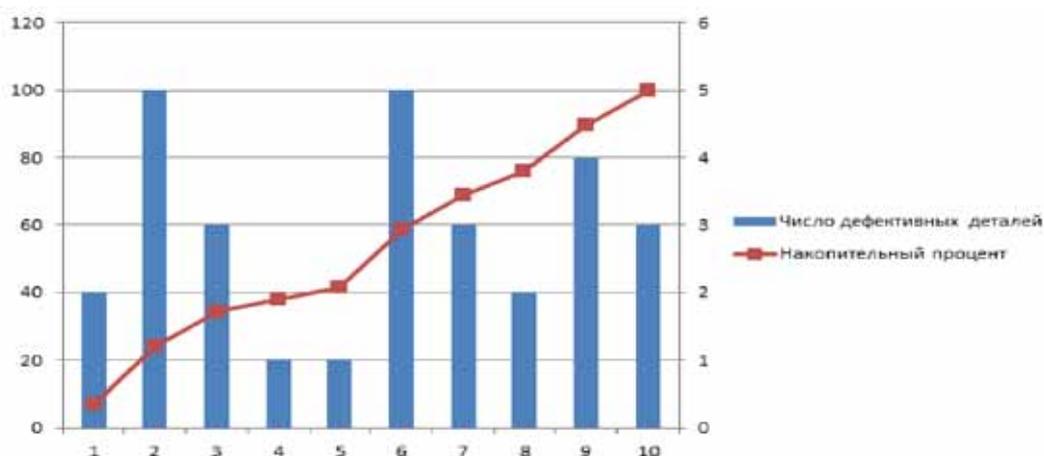
Результаты расчетов для наглядности изображены на диаграмме.

Таблица 1

Детали	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Число дефектных деталей	2	1	3	1	1	5	3	2	4	4

Таблица 2

Номер детали	Число дефектных деталей	Накопительная сумма деталей	Процент деталей	Накопительный процент
1	2	2	0,068966	6,8966
2	5	7	0,172414	24,138
3	3	10	0,103448	34,4828
4	1	11	0,034483	37,9311
5	1	12	0,034483	41,3794
6	5	17	0,172414	58,6298
7	3	20	0,103448	68,9656
8	2	22	0,068966	75,8622
9	4	26	0,137931	89,6553
10	3	29	0,103448	100
Итого	29			



Рассмотрев диаграмму, получаем вывод, что на станках под номерами 2, 6 и 9 больше всего дефектных деталей и они требуют замены.

Список литературы

1. Ребро И.В. Прикладная математическая статистика (для технических специальностей): учеб. пособие / И.В. Ребро, В.А. Носенко, Н.Н. Короткова; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2011.
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_токарной_группы_станков.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЦЕНЫ И КОЛИЧЕСТВО ПРОДАЖ КНИГ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕМЕНТОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

Осадчая Д.В., Ребро И.В., Мустафина Д.А.

Волжский политехнический институт, филиал
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: ms.daryao@mail.ru

Исследуется зависимость повышения цены и количество продаж книг. С учетом того, что потери от

одной проданной книги каждого магазина примерно одинаковы, в качестве единицы измерения выбирается число проданных книг. После заполнения контрольных листов получаем данные, представленные в табл. 1.

По полученным данным составляется табл. 2 для проверки данных.

Результаты расчетов для наглядности отображаем на диаграмме (рисунок).

Как видно на диаграмме: к группе А можно отнести книги по цене 196 и 198 рублей, к группе В – по цене 200, 201 и 203 рублей соответственно, а к группе С – книги 205 рублей и прочие.

Таблица 1

Цена	196	198	200	201	203	205	прочие
Число проданных книг	21	18	16	15	12	10	9

Таблица 2

Цена	Число проданных книг	Накопительная сумма книг	Процент книг	Накопительный процент
196	21	21	20,792	20,792
198	18	39	17,821	38,613
200	16	55	15,841	54,454
201	15	70	14,851	69,305
203	12	82	11,881	81,186
205	10	92	9,9	91,09
Прочие	9	101	8,91	100
Итого	101			

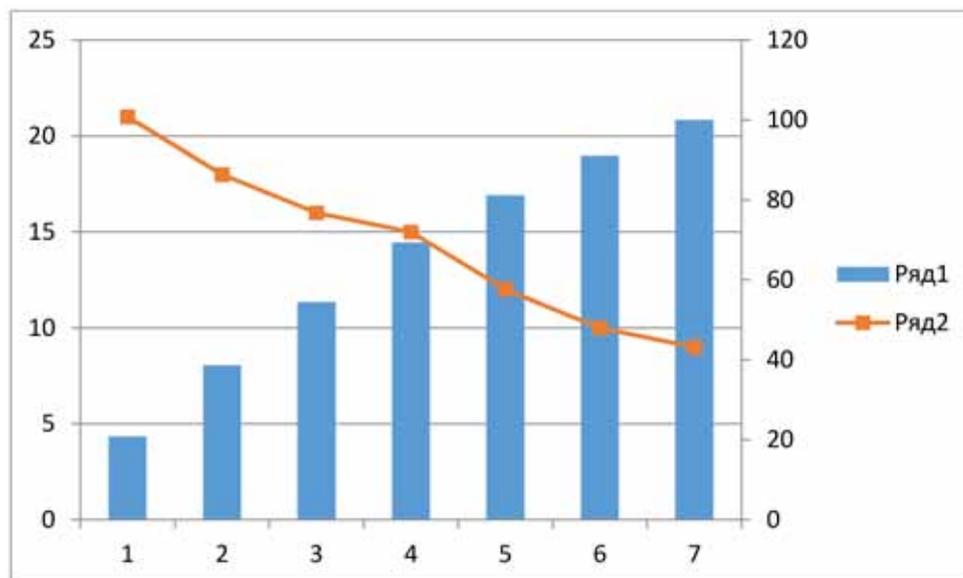


Диаграмма Парето по числу проданных книг:
Ряд 1 – Накопительный процент; Ряд 2 – Число проданных книг

Список литературы

1. Ребро И.В. Прикладная математическая статистика (для технических специальностей): учеб. пособие / И.В. Ребро, В.А. Носенко, Н.Н. Короткова; ВПИ (филиал). – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2011.

**СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШАЙБЫ**

Пискунова А.А., Ребро И.В., Мустафина Д.А.
Волжский политехнический институт, филиал
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский,
e-mail: anastasya.premudraja@yandex.ru

Шайба – крепёжное изделие, подкладываемое под гайку или головку другого крепёжного изделия (болта, винта, шурупа, самореза) для создания большей площади опорной поверхности, предотвращения самостоятельного отвинчивания крепёжной детали.

Рассмотрим шайбы плоские нормальные ГОСТ 11371-78.

Настоящий стандарт распространяется на шайбы нормального ряда классов точности А и С для крепёжных деталей диаметром резьбы от 1 до 48 мм.

Согласно данному рисунку, шайбы должны изготавливаться: исполнения 1 – классов точности А и С; исполнения 2 – класса точности А.

Актуальность данной темы заключается в измерении результатов обработки с целью установления эффективности процесса.

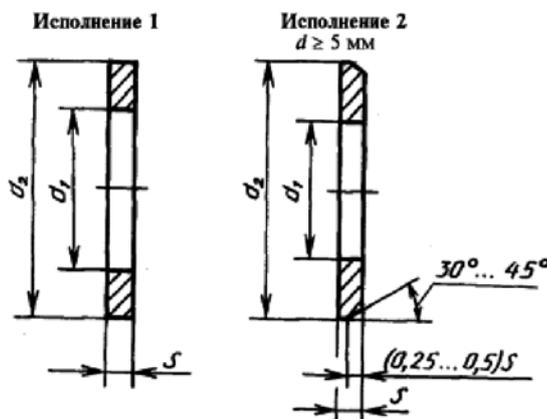
Проведём статистическое регулирование изготовления шайбы, учитывая номинальный размер резьбы (стандарт предусматривает шайбы плоские нормальные с номинальным диаметром резьбы $d = 48$ мм). Возьмём 6 выборок изделий, объёмом $n = 18$. Полученные данные представим в таблице.

Таблица 1

Диаметр резьбы x , мм	47,5	47,75	47,95	48	48,1	48,15
m	3	4	5	3	2	1

Найдём такое отношение диаметра, которое является производственным браком.

Так как $x=48,15$ мм превышает максимальное отклонение, то предположим, что $x=48,15$ мм является браком.



Основные параметры и размеры

Проверим гипотезу, вычислив:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{18} x_i m_i = 47,867 D = \bar{x}^2 - \bar{x}^2 = 0.00892 ;$$

$$\sigma = 0.094 .$$

Проверим нашу гипотезу по правилу «трёх сигм», для чего вычислим: $3\sigma = 0,282$.

Если $x=48,15$, то $x - \bar{x} = 48,15 - 47,867 = 0.283$.

Получаем: $x - \bar{x} > 3\sigma$, следовательно, данное значение следует исключить из расчётов, как промах.

Если $x=48,1$, то $x - \bar{x} = 48,1 - 47,867 = 0,233$.

Получаем: $x - \bar{x} < 3\sigma$, следовательно, данное значение не является промахом, возможен случайный брак.

Список литературы

1. Ребро И.В. Прикладная математическая статистика (для технических специальностей): учеб. пособие / И.В. Ребро, В.А. Носенко, Н.Н. Короткова; ВПИ (филиал). – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2011.

ПРИМЕНЕНИЕ УРАВНЕНИЯ БЕРНУЛЛИ ПРИ РЕШЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПО ГИДРОМЕХАНИКЕ

Стариков С.С., Мокрецова И.С., Ребро И.В.

Волжский политехнический институт, филиал
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский,
e-mail: semenstariakov97@gmail.com

Для преодоления сил гидравлического трения и поддержания поступательного движения жидкости необходимо, чтобы на жидкость действовала сила, направленная в сторону её движения и равная силе сопротивления, то есть необходимо затрачивать энергию. Энергия, необходимая для преодоления сил сопротивления, называется потерянй энергией. Именно эти потери энергии (потери напора) учитывают в уравнении Бернулли. Для потока реальной жидкости оно является уравнением баланса энергии с учётом потерь. Уравнение Бернулли является важнейшим уравнением гидравлик, дающим возможность установить зависимость между тремя важнейшими параметрами движущейся жидкости: давлением, средней скоростью потока, высотой положения частиц жидкости над плоскостью сравнения. Используя уравнение Бернулли, можно решать практические задачи по гидромеханике для реальных жидкостей.

Приведем задачу, в решении которой будет использоваться уравнение Бернулли: Жидкость относительной плотностью 0,9 поступает самотёком из напорного бака, в котором поддерживается атмосферное давление, в ректификационную колонну, давление в которой $P_{изб} = 40$ кПа. На какой высоте должен находиться уровень жидкости в напорном баке над местом ввода в колонну, чтобы скорость жидкости в трубе была 2 м/с. Напор, теряемый на трение и в местных сопротивлениях 2,5 м.

При решении практических задач нужно руководствоваться следующим:

- Уравнение Бернулли применяется для установившегося движения жидкости;

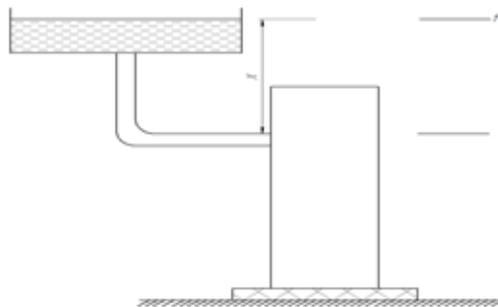
- Уравнение Бернулли составляется для двух живых сечений потока, нормальных к направлению скорости и расположенных на прямолинейных участках трубопровода;

- Сечения нумеруются по ходу движения жидкости.

Одно из сечений нужно брать там, где известны: P, Z, V ;

Плоскость сравнения должна быть горизонтальной. Высота положения центра тяжести живого сечения «Z», расположенного выше плоскости сравнения, считается положительной.

Составление уравнения Бернулли для двух живых сечений потока невозможно без рисунка (схемы) подачи жидкости.



Пронумеруем сечения по ходу движения жидкости и запишем уравнение Бернулли:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + h_n ,$$

где $Z_1 = X$ [м] согласно рисунку; $P_1 = P_0$ – атмосферное

давление ($P_0 = 760$ мм рт. ст. = 101308 [Па]); $\frac{P_{ж}}{\rho_{дист. воды}} = 0,9$ –

относительная плотность, откуда $\rho_{ж} = 0,9 \rho_{дист. воды} = 900$

кг/м³; $\frac{v_1^2}{2g}$ – скоростной напор [м], где $v_1 = 0$, т.к. уровень

жидкости поддерживается постоянным; $Z_2 = 0$ так как сечение лежит на плоскости сравнения; P_2 [Па] – абсолютное давление ректификационной колонны, но по условию задачи дано избыточное давление $P_{изб} = 40$ кПа.

Приводим его к абсолютному значению:

$P_{изб} = P_{абс} - P_0$, где P_0 – атмосферное давление. Тогда

$P_2 = P_{абс} = P_{изб} + P_0 = 40000 + 101308 = 141308$ Па;

$\frac{v_2^2}{2g}$ м – скоростной напор в сечении "2-2", где

$v_2 = 2,0$ м/с; h_n [м] потери напора на трение и в стьных сопротивлениях, которые по условию равны:

$$h_n = 2,5 \text{ м.}$$

Запишем уравнение Бернулли:

$$X + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + h_n .$$

Подставляем численные значения параметров:

$$X + \frac{101308}{900 \cdot 9,81} = \frac{141308}{900 \cdot 9,81} + \frac{2^2}{2 \cdot 9,81} + 2,5 \Rightarrow$$

$$X = \frac{141308}{900 \cdot 9,81} - \frac{101308}{900 \cdot 9,81} + \frac{4}{2 \cdot 9,81} + 2,5 ;$$

$$X = 7,2 \text{ м.}$$

Уровень жидкости в напорном баке находится на высоте 7,2 м над местом ввода в ректификационную колонну.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРА, ОКАЗАВШЕГО НАИБОЛЬШЕЕ ВЛИЯНИЕ НА РОСТ ОБОРОТА

Фролкова А., Ребро И.В., Мустафина Д.А.
 Волжский политехнический институт, филиал
 Волгоградского государственного технического
 университета, Волжский, e-mail: nastuha.frol@mail.ru

По результатам биржевых торгов определим общий рост оборота по реализации на торгах и в какой мере этот рост произошел вследствие роста физического объема реализации и повышения цен?

Определим оборот по реализации на торгах на 15 января 2014 г. и 15 июля 2014 г., умножив физический объем реализованных сделок на цену. Полученные значения представим в таблице.

Наименование товара	Объем реализованных сделок на торгах, ед.		Цена единицы, тыс. руб.		Оборот, тыс. руб.	
	15 января 2014 г.	15 июля 2014 г.	15 января 2014 г.	15 июля 2014 г.	15 января 2014 г.	15 июля 2014 г.
Серебро	470	560	20	35	9400	19600
Золото	390	430	35	70	13650	30100
Платина	200	210	70	150	14000	31500
Родий	260	315	150	300	39000	94500
Белое золото	410	560	29	70	11890	39200
Палладий	170	202	31	98	5270	19796
Осмий	130	109	19	65	2470	7085
Рутений	170	250	15	45	2550	11250
Итого	2200	2636			98230	253031

Абсолютное увеличение оборота составило:

$$\Delta \sum p_1 q_1 - \sum p_0 q_0 = 253031 - 98230 = 154801 \text{ тыс. руб.}$$

Относительный рост оборота (индекс оборота):

$$I_{pq} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_0} = \frac{253031}{98230} = 2.575903$$

Или 257,59%, т.е. оборот 15 июля 2014 г. вырос в 2,5 раза по сравнению с 15 января 2014 г.

Определим изменение оборота за счет физического объема реализации:

$$\sum p_0 q_1 = 560 \cdot 20 + 430 \cdot 35 + 210 \cdot 70 + 315 \cdot 150 + 560 \cdot 29 + 202 \cdot 31 + 109 \cdot 19 + 250 \cdot 15 = 116523 \text{ тыс. руб.}$$

$$\Delta_p = p_0 q_1 - p_0 q_0 = 116523 - 98230 = 18293 \text{ тыс. руб.,}$$

т.е. за счет роста физического объема реализации оборот увеличился на 18293 тыс. руб.

Определим изменение оборота за счет роста цен:

$$\sum p_1 q_1 = 253031;$$

$$\Delta_p = p_1 q_1 - p_0 q_1 = 253031 - 116523 = 139508 \text{ тыс. руб.,}$$

т.е. за счет роста цен оборот увеличился на 139509 тыс. руб.

Фактором, оказавшим наибольшее влияние на рост оборота, является рост цен.

РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИНЫ СТАЛЬНОЙ ПРОВОЛОКИ

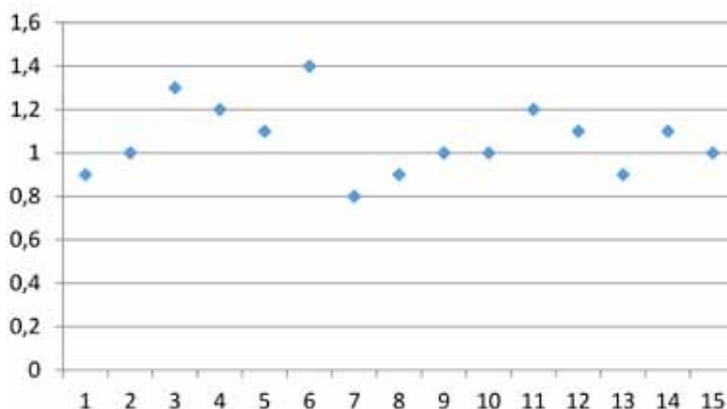
Чикомазова В.В., Ребро И.В., Мустафина Д.А.
 Волжский политехнический институт, филиал
 Волгоградского государственного технического
 университета Волжский, e-mail: chikomazova97@mail.ru

Произведено измерение длины стальной проволоки. Номинальный размер диаметра равен 1,0 мм. Было произведено 15 измерений и получены следующие значения, мм: 0,9; 1,0; 1,3; 1,2; 1,1; 1,4; 0,8; 0,9; 1,0; 1,0; 1,2; 1,1; 0,9; 1,1; 1,0. Проведем оценку погрешностей измерения.

Вычислим среднее значение в проведенных измерениях:

$$\bar{L} = \frac{1}{15} \sum_{i=1}^{15} L_i = \frac{15,9}{15} = 1,06$$

Для наглядности покажем на графике результаты измерений и среднее значение.



Теперь перейдем к вычислению абсолютной погрешности $\Delta \bar{L}$ среднего значения \bar{L} при доверительной вероятности $\gamma = 0,95$ и числе степеней свободы $f=n-1=15-1=14$. Используем значение коэффициента Стьюдента $t_{0,95;14}=5,65$, взятое из таблицы:

$$\Delta \bar{L} = t_{0,95;14} \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{15} (L_i - \bar{L})^2} =$$

$$= 5,65 \cdot \sqrt{\frac{1}{15 \cdot 14} \cdot 0,25} = 0,06.$$

Таким образом, получаем, что допустимая абсолютная погрешность при измерении длины стальной проволоки равна: $\Delta \bar{L} = 0,06$. Полученное значение соответствует отклонению по ГОСТу равное 0,1.

То есть, имеет среднее значение длины стальной проволоки с учетом погрешности: $\bar{L} = 1,06 \pm 0,06$ мм.

Список литературы

1. Ребро И.В. Прикладная математическая статистика (для технических специальностей): учеб. пособие / И.В. Ребро, В.А. Носенко, Н.Н. Короткова; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2011.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ СТАНКА ПО ПРОИЗВОДСТВУ ГВОЗДЕЙ

Яковлева А.М., Ребро, И.В., Мустафина, Д.А.

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета Волжский, e-mail: raffaellko@yandex.ru

Исследуем проблему появления брака при выпуске деталей. С учетом того, что потери от брака одной детали с каждого станка примерно одинаковы, то в качестве единицы измерения возьмем число дефектных деталей каждого станка. Запишем данные в табл. 1.

По полученным данным составим табл. 2, для проверки данных.

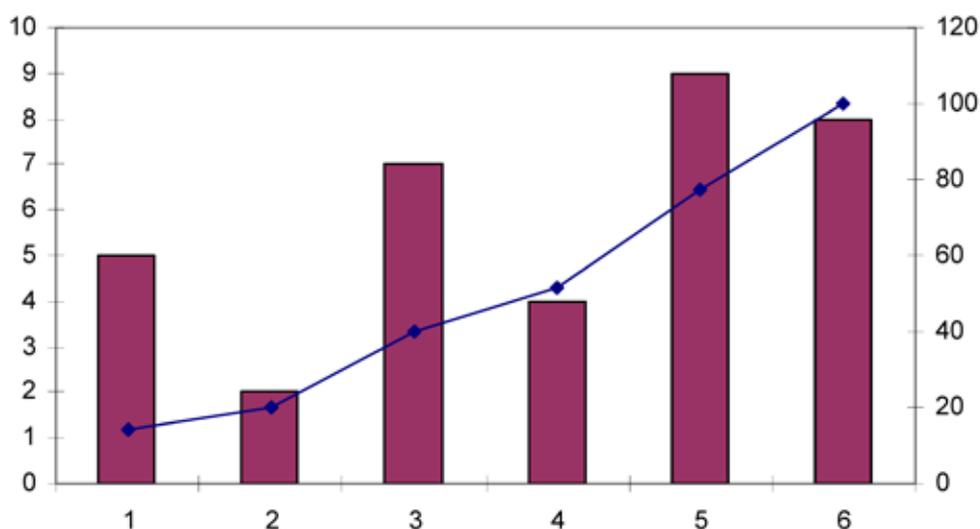
Результаты расчетов для наглядности отобразим на диаграмме.

Таблица 1

№ станка	1	2	3	4	5	6
Число дефектных деталей	5	2	7	4	9	8

Таблица 2

Номер детали	Число дефективных деталей	Накопительная сумма деталей	Процент деталей	Накопительный процент
1	5	5	14,2857	14,2857
2	2	7	5,7142	20
3	7	14	20	40
4	4	18	11,4285	51,4285
5	9	27	25,7142	77,1428
6	8	35	22,8571	100
Итого	35			



Рассмотрев диаграмму, получаем вывод о том, что на станках под номерами 3, 5 и 6 больше всего дефектных деталей, и они требуют замены.

Список литературы

1. Ребро И.В. Прикладная математическая статистика (для технических специальностей): учеб. пособие / И.В. Ребро, В.А. Носенко, Н.Н. Короткова; ВПИ (филиал). – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2011.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ К РЕШЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ

Якушина А.А., Ребро И.В., Мустафина Д.А.

*Волжский политехнический институт, филиал
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский,
e-mail: alyona.verteletzka@yandex.ru*

Проблема изучения взаимосвязей экономических показателей является одной из важнейших проблем экономического анализа. Одним из таких показателей является построение регрессионной модели.

Построим линейное уравнение множественной регрессии, используя данные, приведённые в табл. 1.

Уравнение регрессии находится по формуле

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2,$$

где b_0, b_1, b_2 – параметры модели, а объясняемая переменная Y зависит от двух факторов X_1 и X_2 . Переходя к матричному описанию задачи, обозначим:

$$y = \begin{pmatrix} 24 \\ 46 \\ 37 \\ 40 \end{pmatrix}; x = \begin{pmatrix} 1 & 20 & 4 \\ 1 & 34 & 12 \\ 1 & 27 & 10 \\ 1 & 25 & 15 \end{pmatrix}.$$

При этом необходимо найти матрицу параметров модели B .

Т.е уравнение регрессии имеет вид

$$y = 0,271 + 1,01181x_1 + 1,0056x_2;$$

$${}^1X^T Y = \begin{pmatrix} 7,29 & -0,283 & 0,045 \\ -0,283 & 0,01479 & -0,01062 \\ 0,045 & -0,01062 & 0,02307 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 147 \\ 4043 \\ 1618 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,271 \\ 1,01181 \\ 1,0056 \end{pmatrix}.$$

Проверим на соответствие полученное уравнение регрессии с начальными данными. Приведём результаты проверки в виде табл. 2 и графика.

Список литературы

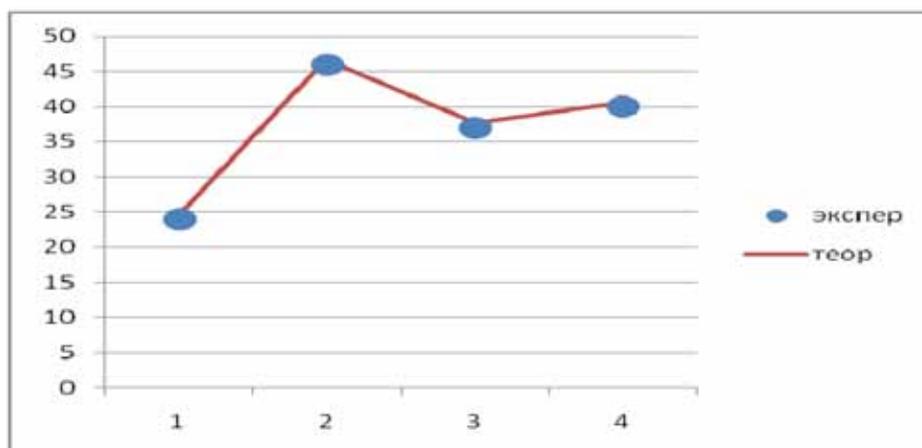
1. Белоненко М.Б. Эконометрика: задания и методические рекомендации по выполнению контрольной работы студентами-заочниками / М.Б. Белоненко, Н.Е. Мещерякова. – Волгоград: Изд-во ВКБ, 2006.

Таблица 1

№ магазина	Y (суточный доход)	X ₁ (суточный расход)	X ₂ (прибыль)
1	24	20	4
2	46	34	12
3	37	27	10
4	40	25	15

Таблица 2

№ магазина	X ₁	X ₂	Y _{эмп.}	Y _{теор.}
1	20	4	24	24,5
2	34	12	46	46,7
3	27	10	37	37,6
4	25	15	40	40,6



**Секция «Теория устойчивости систем дифференциальных уравнений»,
научный руководитель – Елецких И.А., канд. физ.-мат. наук**

**ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ
НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ
УРАВНЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ
УРАВНЕНИЯ МАЯТНИКА**

Мелякова О.Ю.

ФГБОУ ВО «Елецкий государственный
университет им. И.А. Бунина», Елец,
e-mail: lesikx5@mail.ru

Исследование устойчивости нелинейных систем рассмотрим на примере модели простого маятника, так как уравнения маятника имеют важное практическое значение. Поведение некоторых не связанных непосредственно с маятником физических систем может моделироваться с использованием математической модели, похожей на уравнение маятника. Примером такой системы может служить модель синхронного генератора, соединенного бесконечной шиной.

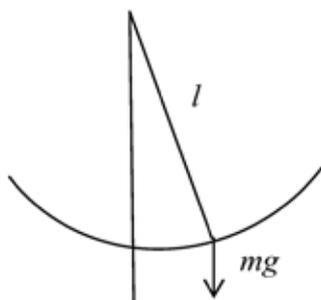


Рис. 1

Пусть l – длина стержня, m – масса груза. Предположим, что стержень абсолютно твердый и имеет нулевую массу. Пусть φ – угол отклонения стержня от вертикальной оси, проходящей через точку подвеса. Маятник свободно качается в вертикальной плоскости, и груз маятника совершает круговое движение с радиусом l . Для записи уравнения движения маятника определим силы, действующие на маятник. В первую очередь это сила тяжести mg , где g – гравитационная постоянная. Имеется также сила трения, препятствующая движению, которую будем полагать пропорциональной скорости вращения (коэффициент пропорциональности k). Используя второй закон Ньютона получаем уравнение движения маятника для продольного движения:

$$ml \frac{d^2\varphi}{dt^2} = -mg \sin \varphi - kl \frac{d\varphi}{dt}.$$

Обозначив в качестве переменных $x = \varphi$ и $y = \frac{d\varphi}{dt}$,

запишем уравнения состояния в следующем виде:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = y, \\ \frac{dy}{dt} = -\frac{g}{l} \sin x - \frac{k}{m} y. \end{cases} \quad (1)$$

Для нахождения точки равновесия положим

$$\frac{dx}{dt} = \frac{dy}{dt} = 0$$

и решим систему уравнений

$$\begin{cases} y = 0, \\ -\frac{g}{l} \sin x - \frac{k}{m} y = 0 \end{cases}$$

относительно x и y . С физической точки зрения маятник имеет только два положения равновесия $(0; 0)$ и $(\pi; 0)$, которые существенно отличаются друг от друга. Маятник может легко установиться в нижнем положении равновесия $(0; 0)$ и не может удерживаться в верхнем положении $(\pi; 0)$, так как любое малое возмущение выведет его из этого состояния. Отличие этих двух состояний заключается в различных свойствах устойчивости, присущих этим состояниям.

Рассмотрим метод исследования на устойчивость системы (1) с помощью построения фазового портрета в математическом пакете Maple. При этом будем пользоваться понятиями устойчивости и асимптотической устойчивости по Ляпунову, введенные в [1, с. 152]. Будем так же пользоваться классификацией точек покоя, приведенной в [1, с. 155-157].

Рассмотрим частный случай системы (1) при $g = 10$, $l = 1$, $k = 1$, $m = 1$. Фазовый портрет этой системы получен с помощью компьютерного моделирования. Ниже приводятся расчеты, произведенные в математическом пакете Maple (рис. 2).

Анализируя полученный фазовый портрет, можно сделать следующие выводы:

1. Характерные особенности качественного поведения рассматриваемой системы могут быть изучены в полосе $-\pi \leq x \leq \pi$ в силу периодичности по x с периодом 2π ;

2. Траектории в окрестности точек равновесия $(0, 0)$, $(2\pi, 0)$ и $(-2\pi, 0)$ и т.д. демонстрируют качественное поведение, характерное для траекторий в окрестности устойчивого узла;

3. Траектории в окрестности точек равновесия $(\pi, 0)$ и $(-\pi, 0)$ и т.д. демонстрируют качественное поведение, характерное для траекторий в окрестности седловой точки.

Таким образом, фазовые портреты, полученные в рассматриваемом примере, показывают, что качественное поведение в окрестности каждой точки равновесия похоже на качественное поведение, которое наблюдается при исследовании линейных систем [1, с. 155-157].

Такое поведение вблизи точек равновесия может быть обнаружено без построения фазовых портретов исследуемой нелинейной системы. Качественное поведение системы (1) может быть определено посредством её линеаризации в окрестности точек равновесия [2, с.53-57]. Соответствующие расчёты для нахождения собственных чисел якобиана, вычисленного в точках $(0, 0)$ и $(\pi, 0)$, выполнены в математическом пакете Maple (рис. 3).

Так как в точке равновесия $(0, 0)$ якобиан имеет собственные числа

$$\lambda_{1,2} = -\frac{1}{2} \pm i \frac{1}{2} \sqrt{39},$$

то эта точка является устойчивым фокусом. В точке $(\pi, 0)$ собственные числа якобиана равны

$$\lambda_{1,2} = -\frac{1}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{41}.$$

Поэтому $(\pi, 0)$ – седловая точка.

```

> restart :
> f1 := (x,y)→y:
> f2 := (x,y)→-g/l·sin(x) - k/m·y:
> g := 10 : l := 1 : k := 1 : m := 1 :
> System := diff(x(t),t)=f1(x(t),y(t)),diff(y(t),t)=f2(x(t),y(t)) :
> _EnvAllSolutions := true :
> res := solve({f1(x,y)=0,f2(x,y)=0},{x,y}):
                                     res := {x=π_ZI~,y=0}
> with(DEtools) : with(plots) :
> phaseportrait([System],[x(t),y(t)],t=-5..5,[[x(0)=0.3,y(0)=0.3],[x(0)=-4,y(0)=0],
[x(0)=4,y(0)=0],[x(0)=-2,y(0)=-4],[x(0)=2,y(0)=4],[x(0)=-2.5,y(0)=0],
[x(0)=2,y(0)=0],[x(0)=-3,y(0)=0],[x(0)=3,y(0)=0],[x(0)=-3.3,y(0)=0],
[x(0)=6,y(0)=0],[x(0)=-6,y(0)=0],[x(0)=3.3,y(0)=0],[x(0)=-4.5,y(0)=0],
[x(0)=4.5,y(0)=0]],x=-8..10,y=-8..10,stepsize=.05,colour=blue,linecolor=black);
    
```

Рис. 2

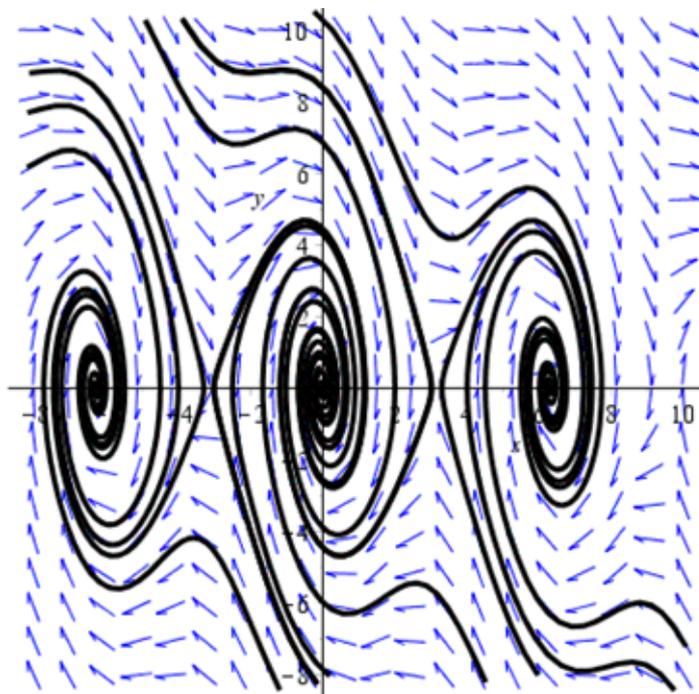


Рис. 3

Таким образом, качественное исследование точек равновесия простого маятника может быть проведено с помощью построения фазового портрета и с использованием соответствующей линеаризованной модели.

Список литературы

1. Елецких И.А. Дифференциальные уравнения: Учебное пособие для вузов (Гриф УМО) / И.А. Елецких, Р.А. Мельников, О.А. Саввина. – Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2006. – 253 с.
2. Халил Х.К. Нелинейные системы. – М. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2009. – 832 с. – ISBN 978-5-93972-724-2.

Химические науки

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ

Амоян Э.Ф., Дьякова Д.А., Ткаченко А.В.

МАОУ ВПО «Краснодарский муниципальный медицинский институт высшего сестринского образования», Краснодар, e-mail: allamira48@mail.ru

Растительные ресурсы, являясь признанными и одними из основных богатств на земле, весьма разнообразны: древесина хвойная и лиственная, хлопок, лен, ряд крахмалосодержащих культур, злаки, морские водоросли [1]. Важным преимуществом непищевого растительного сырья является его возобновляемость. Только продукты сельскохозяйственного производства составляют более 8,7 млрд. т органического вещества. Поэтому во всех странах легко возобновляемое непищевое сырье становится главным объектом исследований и разработок комплексных и экологически чистых технологий превращения этого сырья в востребованные продукты [2, 3].

Одним из способов переработки углеводосодержащего сырья является его деструктивное гидрирование с целью получения глицерина и гликолей. Это крупнотоннажное промышленное производство; процесс сопровождается образованием значительного количества кубового остатка, который в настоящее время не находит комплексного применения. В состав кубового остатка могут входить полиолы, карбоновые кислоты, сложные эфиры и другие органические вещества [4–6].

Нами поставлена задача разработки простого и надежного метода определения органических кислот в такой многокомпонентной смеси, которой являются кубовые остатки. Для выяснения природы органических кислот мы воспользовались хроматографией на бумаге.

В качестве модельной системы использовали смесь нескольких одно- и двухосновных карбоновых кислот. В процессе разработки метода их качественного разделения широко варьировались состав системы растворителей и их количественное соотношение. В результате подобрана оптимальная система, состоя-

щая из муравьиной кислоты, воды и бутанола-1 в соотношении 1:4:9. В такой системе значения Rf свидетелей достоверно различаются.

Хроматограммы получали нисходящим методом. Обработке подвергали одновременно два листа быстрой хроматографической бумаги, один из которых служил для холостого опыта, а другой – для определения кислот в исследуемой пробе. На этот лист с помощью микропипетки на стартовую линию наносили на расстоянии 3 см друг от друга по 0,02 мл 1%-ных водных растворов свидетелей и 10-20%-х водных растворов исследуемых образцов. Оба листа помещали в камеру, где выдерживали 7 часов при 20°C. Затем хроматограммы высушивали 1,5-2 часа под тягой. Количество органических кислот на хроматограммах определяли по традиционной методике с некоторыми изменениями: сухие листья опрыскивали 0,1%-м раствором бромфенолового синего; желтые пятна (на синем фоне) очерчивали и вырезали после высыхания проявителя. Такого же размера кусочки бумаги вырезали для холостого опыта. Пятна заливали одинаковым количеством свежеекипяченной горячей воды и титровали 0,01 н раствором едкого натра в присутствии 2-3 капель спиртового раствора фенолфталеина. Холостое титрование применяли для устранения погрешности, даваемой кислотностью воды и бумаги. Этим же способом определяли и сумму всех органических кислот в пробе, для чего вырезали из хроматограммы всю полосу, на которой делился данный образец, а также такую же полосу для холостого опыта.

Результаты количественного определения кислот в модельных растворах с помощью разработанного нами метода приведены в табл. 1. Показано, что относительная погрешность метода не превышает 6%.

Данный метод применили для анализа промышленных образцов кубового остатка. При этом установлено наличие карбоновых кислот, которые в указанных условиях ведут себя как малоновая, яблочная и янтарная кислоты. Количественное содержание этих кислот приведено в табл. 2.

Таблица 1

Количественное определение некоторых кислот в модельном растворе

Кислота	Взято		Найдено		Ошибка	
	мг-экв · 10 ³	мг	мг-экв · 10 ³	мг	абс., мг	отн., %
Масляная	4,55	0,20	4,48	0,197	-0,003	-1,5
Щавелевая	4,44	0,20	4,64	0,209	0,009	4,5
Фумаровая	3,46	0,20	3,69	0,213	0,012	6,0
Малоновая	3,85	0,20	3,68	0,191	-0,009	-4,5
Янтарная	3,39	0,20	3,19	0,188	-0,012	-6,0
Яблочная	2,99	0,20	3,09	0,207	0,007	3,5
Винная	2,67	0,20	2,54	0,190	-0,010	-5,0

Таблица 2

Определение карбоновых кислот в кубовом остатке

Кислота	Содержания кислот	
	мг-экв/г	%
Малоновая	0,400 ± 0,021	2,1
Янтарная	0,375 ± 0,017	2,5
Яблочная	0,425 ± 0,022	2,5
Их сумма	1,200 ± 0,020	7,1
Сумма кислот, найденная титрованием всей полосы	1,208 ± 0,054	–

Установлено, что в исследованных образцах суммарное содержание всех кислот (1,208 мг-экв/г) весьма незначительно отличается от суммарного содержания определенных нами трех кислот (1,200 мг-экв/г, табл. 2). Следовательно, образцы кубового остатка не содержали заметных количеств других кислот, кроме тех, которые дают пятна: малоноловая, янтарная и яблочная кислоты.

Анализы различных образцов показали, что в кубовых остатках, получаемых при деструктивном гидрировании углеводосодержащего сырья, содержится от 7 до 12% органических кислот. Эти кислоты в настоящее время не находят промышленного применения. В то же время малоноловая, янтарная и яблочная кислоты являются ценным сырьем для синтеза витаминов, лекарственных препаратов, применяются в животноводстве и ветеринарии [7,8]. Разработанный нами метод количественного определения этих кислот открывает путь к их извлечению и дальнейшему применению.

Список литературы

1. Новый справочник химика и технолога. Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ. Ч.П. – СПб.: НПО «Профессионал», 2006. – 1142 с.
2. R.C. Sun Cereal Straw as a Resource for Sustainable Biomaterials and Biofuels: Chemistry, Extractives, Lignins, Hemicelluloses and Cellulose. Publisher: Elsevier, 2010. – 300 p.
3. Miscanthus: For Energy and Fibre. By Michael B. Jones, Mary Walsh. Published by Earthscan, 2001. – 192 p.
4. Будаева В.В., Митрофанов Р.Ю., Золотухин В.Н. и др. Пути полной и экологически чистой переработки возобновляемого растительного сырья // Ползуновский вестник. – 2010. – № 4-1. – С. 158-167.
5. Третьяков В.Ф., Макаффи Ю.И., Третьяков К.В. и др. // Каталог в промышленности. – 2010. – № 5. – С. 11-32.
6. Золотухин В.Н., Василюшин М.С., Будаева В.В. // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: материалы III Всероссий. конф., Барнаул: Изд-во АГУ, 2007. Кн. 3. – С. 42-46.
7. Иоффе Д.В. Карбоновые кислоты. Химическая энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1990. – С.326-328.
8. Басанин А.Д. Фармако-токсикологическое обоснование применения янтарной кислоты в животноводстве и ветеринарии: Автореферат дисс. ... канд. – Казань, 2007. – 142 с.

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ ПОЛИЭФИРЫ

Бидов И.Т., Бажева Р.Ч.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, Нальчик, e-mail: r.bazheva@mail.ru

Одним из важнейших проблем полимерной химии является создание термо- и огнестойких материалов.

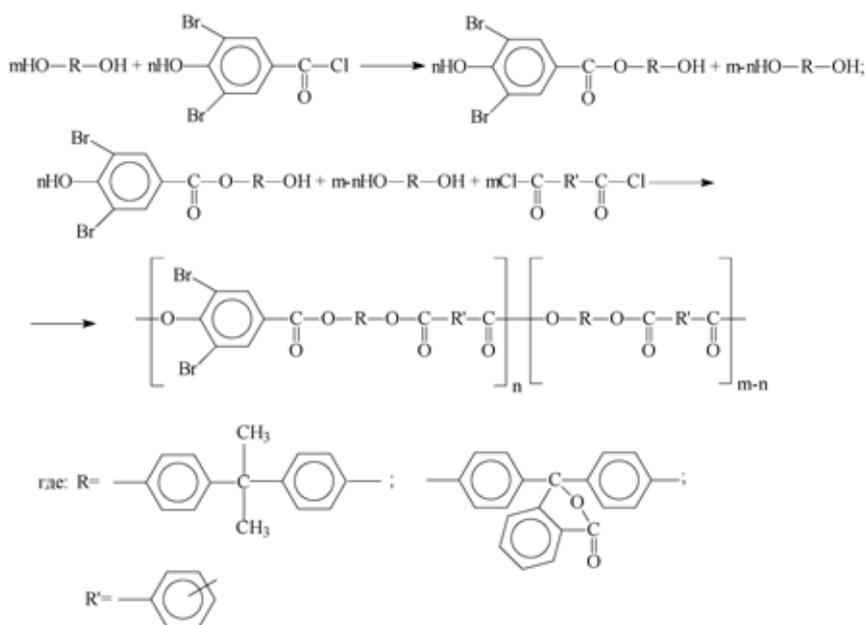
Во многих странах мира приняты специальные постановления об ограничении использования горючих полимерных материалов в строительстве промышленных и гражданских сооружений, при проектировании и создании транспортных средств (самолетов, автомобилей, железнодорожных вагонов, судов), в электротехнике и электронике, производстве товаров бытового назначения. Принятие этих мер способствует интенсификации научных исследований по огнестойким полимерным материалам.

Широко распространенным, легко технологически осуществимым способом повышения огнестойкости полимеров является их химическая модификация, которая может осуществляться непосредственно синтетическим путем в процессе сополимеризации с реакционноспособными модификаторами. В качестве модификаторов используют самые различные соединения как ароматического, так и алифатического строения, ингибирующие процессы горения, способные не только придать некоторые новые свойства полимерам, но и улучшать некоторые их свойства [1-4].

В данной работе представлены результаты по химической модификации ароматического полиарилата на основе 4,4'-диоксидифенилпропана или 3,3-бис-(4-гидроксифенил) фталида хлорангидридом 3,5-дибром-п-гидроксibenзойной кислоты.

Синтез модифицированных полиэфиров проводили методом акцепторно-каталитической поликонденсации в среде 1,2-дихлорэтана в течение 2 часов с использованием триэтиламина в качестве катализатора и акцептора HCl [5-7]. С учетом строения и реакционной способности хлорангидрида 3,5-дибром-п-гидроксibenзойной кислоты целесообразно проводить поликонденсацию в две стадии для более полного использования в реакции модифицирующей добавки. Кроме того, условия ведения процесса также способствует образованию статистического линейного полимера регулярного строения. Данные вискозиметрии и ИК-спектроскопии подтвердили, что только при двухстадийном ведении процесса поликонденсации хлорангидрид 3,5-дибром-п-гидроксibenзойной кислоты полностью вступает в реакцию.

Процесс получения сополиэфира протекает по схеме:



Строение модифицированных сополиэфиров подтверждается результатами элементного анализа и данными ИК-спектроскопии. Наличие полос поглощения, соответствующих сложноэфирным связям в области 1735-1740 см^{-1} , ароматическому ядру 1500-1600 см^{-1} , связям С-Вг в области 680-690 см^{-1} и отсутствие полос поглощения гидроксильных групп в области 3300-3600 см^{-1} свидетельствует о прошедшей совместной поликонденсации хлорангидрида 3,5-дибром-п-гидроксибензойной кислоты, диоксисоединений и смеси дихлорангидридов изо- и терефталевой кислот (50:50 % масс.).

Электронно-микроскопические снимки показали образование фибриллярной структуры с включениями кристаллических образований между фибриллами. Размеры надмолекулярных образований колеблются от 200 до 300 Å.

Сравнение результатов электронно-микроскопического анализа образцов сополиэфиров, содержащих 10 и 50 % мол. остатков 3,5-дибром-п-гидроксибензойной кислоты показывает, что увеличение концентрации модификатора приводит к росту включений, вероятнее всего, частиц бромированного мономера, а также к увеличению размеров макромолекулярных образований и расстояний между ними. Таким образом можно предположить, что полярные атомы брома способствуют упорядочению надмолекулярной структуры за счет усиления межмолекулярного взаимодействия. Однако с повышением их концентрации в полимере структура разрыхляется. Пространственное отделение цепей, естественно, влечет за собой ослабление межцепных взаимодействий, что должно сказаться на свойствах, т.к. они определяются энергией межмолекулярного взаимодействия.

Анализ влияния содержания 3,5-дибром-п-гидроксибензойной кислоты на физико-химические свойства полиэфиров, в том числе на выход и вяз-

костные характеристики, показывает, что сополиэфиры, содержащие более 20 мол. % модификатора, значительно уступают по всем показателям, кроме огнестойкости. Как и следовало ожидать, образцы, содержащие до 90 мол. % модификатора, проявляют самые высокие показатели кислородного индекса (КИ = 59%) и это обусловлено в первую очередь содержанием атомов галогена в макроцепи. Максимальные значения приведенной вязкости приходится на содержание 10 мол. % модификатора (0,8–1,36 дл/г), дальше данные показатели резко падают. С учетом вышесказанного исследованию подверглись сополиэфиры с содержанием модификатора до 20 мол. %.

Сравнительный анализ влияния модифицирующей добавки на $T_{ст}$ и $T_{тек}$ сополимеров показал, что по мере увеличения (до 10 мол. %) бромированного фрагмента в макромолекуле полимера возрастают значения термомеханических характеристик, в дальнейшем наблюдается некоторое их падение, связанное, вероятно, с падением молекулярной массы сополиэфиров, содержащих более 10 мол. % модификатора (рис. 1).

Наличие звеньев 3,5-дибром-п-гидроксибензойной кислоты в макроцепи существенно увеличивает прочностные характеристики сополиэфиров. Максимальные значения разрушающего напряжения характерны для сополиэфиров на основе 4,4'-диоксифенилпропана с содержанием модификатора 5 и 10 мол. % (рис. 2). Значительное повышение прочности с введением модифицирующего агента связано с упорядочением структуры макромолекул за счет межмолекулярного взаимодействия, вызванного полярными атомами брома. Следует отметить, что значительно более высокие значения прочностных характеристик отмечаются у полиэфиров на основе 4,4'-диоксифенилпропана и это можно объяснить разницей в способностях упорядочиться макроцепям, содержащим изопропилиденную группу или объемную карбовую группу.

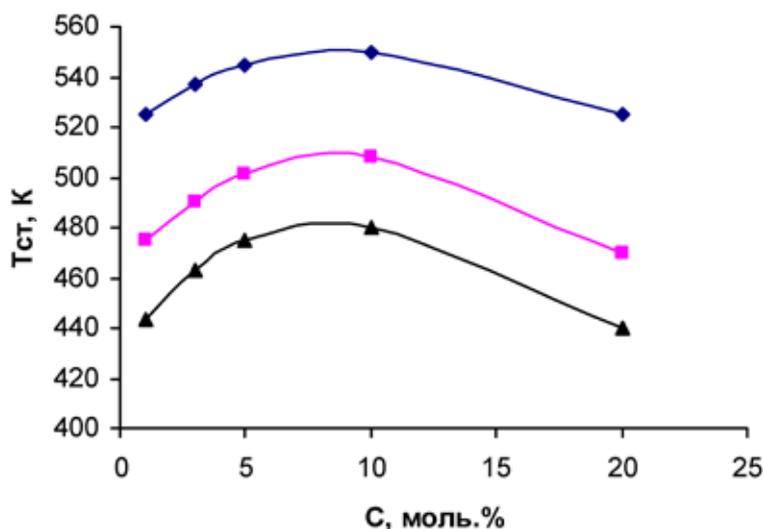


Рис. 1. Зависимость $T_{ст}$ сополиэфиров на основе 4,4'-диоксифенилпропана (▲) фенолфталеина (◆) и их эквимольной смеси (■) от содержания модификатора

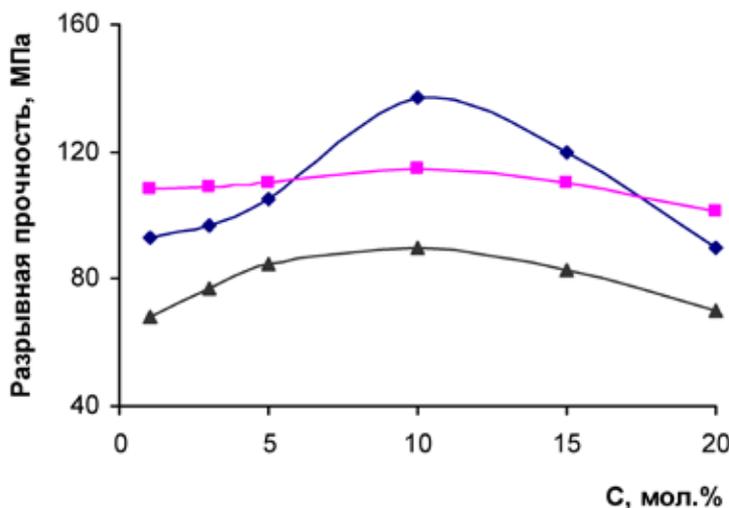


Рис. 2. Зависимость разрывной прочности модифицированных полиэфиров на основе 4,4'-диоксидифенилпропана (♦) фенолфталеина (■) и их эквимольной смеси (▲) от содержания модификатора

Упорядочение макроцепей и рост показателей разрывной прочности сопровождается падением значений относительного удлинения ϵ при разрыве с 25-30% для исходных полиэфиров до 5-7% для сополиэфиров с 10 мол.% модификатора. Снижение величины ϵ при деформации связано с тем, что с повышением жесткости макромолекул сокращается средняя длина цепей вне кристаллических образований, по мере приближения ее к величине длины сегмента эластичность полимерных цепей снижается. Кристалличность модифицированных сополиэфиров ряда на основе 4,4'-диоксидифенилпропана косвенно подтверждается значениями модуля упругости. По мере увеличения содержания звеньев модификатора от 1 до 10 мол.% модуль упругости увеличивается, что служит доказательством большей тенденции к кристаллизации.

Анализ результатов огнестойкости модифицированных сополиэфиров показал, что значения кислородного индекса (КИ) повышаются по мере увеличения в полимерной цепи звеньев 3,5-дибром-п-гидроксibenзойной кислоты. Так в ряду полиэфиров на основе 4,4'-диоксидифенилпропана увеличение концентрации модификатора с 1 до 20 мол.% повышает значение КИ с 29,7 до 47,4%, в ряду сополиэфиров на основе фенолфталеина с 29,5 до 50,1%, а в ряду сополимеров на основе эквимольной смеси двух бисфенолов с 30,4 до 48,3%. Действие данного антипирена можно объяснить следующим образом: при контакте с пламенем, в предпламенной зоне начинается выделение газообразных продуктов, образующих плотный слой, препятствующий переносу тепла от пламени к полимеру. Разлагаясь, они выделяют галогены, галогеноводороды и галогенированные углеводородные частицы, взаимодействующие с такими активными радикалами, образующимися при горении, как HO^\bullet , H^\bullet , RO^\bullet , O^\bullet . С их нейтрализацией пламя гаснет. Кроме того, галогенированные добавки стимулируют образование кокса на поверхности полимера, который препятствует теплопереносу. Таким образом,

роль бромсодержащего фрагмента в макромолекулах сополиэфиров сводится к тому, что в газовой среде происходит ингибирование процесса горения, а в твердой фазе наблюдается катализ процессов коксообразования.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что наличие остатков 3,5-дибром-п-гидроксibenзойной кислоты в макроцепи способствует повышению термоокислительной деструкции сополиэфиров. Для всех трех рядов сополиэфиров характерна тенденция повышения термостойкости с введением до 10 мол.% звеньев 3,5-дибром-п-гидроксibenзойной кислоты. Дальнейшее повышение содержания модификатора заметно понижает молекулярную массу сополиэфиров и как следствие также резко падает термостойкость. У сополиэфиров с 10 мол.% модификатора температуры 2%-ной потери массы находятся на уровне 420°C и выше, а повышение термостойкости наиболее ярко проявляется у сополимеров на основе 4,4'-диоксидифенилпропана. При этом содержание остатков 3,5-дибром-п-гидроксibenзойной кислоты в макромолекуле сополимера не должно превышать 5-10 мол.%, что, по-видимому, связано с образованием высокоупорядоченной структуры, вероятной лишь при малых содержаниях модифицирующего мономера.

Таким образом, синтезированные модифицированные сополиэфиры обладают повышенными физико-химическими характеристиками и могут найти широкое применение в качестве термостойких негорючих полимерных материалов.

Список литературы

1. Хараев А.М., Микитаев А.К., Бажева Р.С. и др. Модифицированные ароматические сополиэфиры // Пластические массы. – 2008. – № 12. – С. 17-20.
2. Ozden S., Charayev A.M., Bazheva R.C. Synthesis and modification of aromatic polyesters with chloroacetyl 3,5-dibromophydroxybenzoic acid // Journal of Applied Polymer Science. – 2009. – Т. 111. № 4. – С. 1755-1762.
3. Kharayev A.M., Bazheva R.C., Chayka A.A. Aromatic block-copolyethers as prospective heat resistant constructive materials. Polymers, Polymer Blends, Polymer Composites and Filled Polymers: Synthesis, Properties and Applications 2006. – С. 115-120.

КОАГУЛЯНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ И УПЛОТНЕНИЯ ОСАДКОВ

Жохова О.К., Пудовкин В.В., Бутов Г.М.

Волжский политехнический институт, филиал
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: Olga_vpi@mail.ru

Данные исследования направлены на усовершенствование коагуляционных методов очистки сточных вод и утилизацию образующихся при этом осадков.

Объектом исследования был высокоосновный гидроксид алюминия (ГОХА) – полимер с содержанием Al^{3+} 11,2 % [1-4]. Добавляемый реагент – органический флокулянт полиакриламид (ПАА).

Для оценки коагулирующей способности реагентов использовали модельную дисперсную систему, содержащую 0,5% каолина. Кинетику седиментации определяли на торсионных весах. Рабочие растворы коагулянтов готовили путём разбавления исходных в 10 раз. Результаты этого эксперимента показаны в табл.1 (дозы рабочих растворов вводимых реагентов 0,02 мл/л).

Прежде всего следует отметить высокую эффективность как чистого ГОХА, так и его совместного продукта с ПАА: введение в систему даже очень малых доз этих реагентов (в таблице – 0,02 мл/л) приводит к образованию крупных хлопьев, основная масса которых оседает в первые 3-4 минуты. Из данных табл. 1 также видно, что добавка ПАА к ГОХА приводит к резкому ускорению процесса седиментации каолина. Аналогичные исследования были проведены и на реальных стоках химических предприятий (трубного и абразивного заводов), и лучшие результаты также наблюдались при использовании совместного реагента.

Осадки сточных вод относятся к труднофильтруемым суспензиям, поэтому их также нужно подвергать

обработке с целью снижения влажности и объёма. Показателем, характеризующим способность осадков к водоотдаче, является удельное сопротивление фильтрации [5]. Для определения способности сырых осадков к водоотдаче нами было рассчитано удельное сопротивление фильтрации осадков, полученных после обработки модельной системы (0,5 % водная суспензия каолина) чистым ГОХА и совместным реагентом ГОХА+ПАА. Эффективность обезвоживания осадка определяли по величине удельного сопротивления фильтрации (r , м/кг), которое рассчитывали по формуле

$$r = 2PF^2b/\eta c,$$

где P – вакуум, при котором происходила фильтрация (76000 Па); C – концентрация осадка ($3,8 \cdot 10^{-5}$ кг/м³); η – вязкость фильтрата (0,001 н·с/м²); b – параметр, определяемый опытным путём ($b=\tau/v$, где τ – время фильтрации; v – объём выделяемого фильтрата).

При обработке водных суспензий коагулянтами на основе ГОХА размеры частиц, образующих осадки, достаточно велики. Тогда удельное сопротивление должно быть мало и можно ожидать хорошей водоотдачи при уплотнении осадков. Это подтверждается данными наших исследований, представленных в табл. 2.

Прослеживается схожий характер изменения удельного сопротивления от концентрации вводимого реагента. Во всех случаях сопротивление сначала уменьшается, а при достижении определённых доз реагентов начинает расти. Как видно из табл. 2, лучшие результаты были получены при обработке осадков совместным реагентом: сопротивление осадков фильтрации здесь было наименьшим.

Таблица 1

Седиментационные свойства суспензии каолина после обработки её реагентами

Реагент	Время осаждения, мин					
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
	Масса образующегося осадка, мг					
ГОХА	19,3	25,7	32,2	33,9	37,2	39,4
ГОХА + ПАА	38,9	57,6	58,3	61,4	62,1	64,3

Таблица 2

Влияние типа и дозы коагулянта на удельное сопротивление фильтрации

Реагент	Дозировка реагента, мг/л		Сопротивление фильтрации $r \cdot 10^{16}$, м/кг
	Al^{3+}	ПАА	
«холостой опыт»	-	-	1,76
ГОХА	25,0	-	0,52
	50,0	-	0,71
ПАА	-	10,0	0,95
	-	150,0	0,73
	-	200,0	1,01
ГОХА + ПАА	25,0	5,0	0,48
	50,0	10,0	0,37
	70,0	30,0	0,68

Список литературы

1. Жохова О.К., Пуловкин В.В., Бутов Г.М. // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3, ч. 4. – С. 563-564.
2. Патент РФ № 2122973 / Новаков И.А., Быкадоров Н.У., Радченко С.С., Жохова О.К., Уткина Е.Е. -1998. Бюл. № 34.
3. Патент РФ № 2174105 / И.А. Новаков, Н.У. Быкадоров, С.С. Радченко, О.П. Отченашев, О.К. Жохова. – 2001. Бюл. № 27.
4. Майер Н.А., Жохова О.К., Бутов Г.М. // Современные наукоёмкие технологии, 2014. № 7 (часть 2). – С. 105-106.
5. Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод. – 3-е изд. – М.: Стройиздат, 1985. – 256 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ РАДОНА В ПОМЕЩЕНИЯХ ШКОЛ ГОРОДА КЫЗЫЛА

Кендиван Я.А.

ФГБУ ВПО «Тувинский Государственный университет», Кызыл, e-mail: kendivan@yandex.ru

В качестве средства измерения использовался радиометр радона РРА-01М-03 [1]. Прибор позволяет определять объемную активность радона в пределах 20 – 20 000 Бк/м³ [2]. Радиометр радона РРА-01М-03 предназначен для измерений объемной активности (ОА) радона-222 и торона-220 в воздухе жилых и рабочих помещений, а также на открытом воздухе [3-4]. Измерения объемной активности радона в помещениях проводились с помощью метода активной сорбции [5]. В ходе исследования обследованы школы: №1 (объемная активность (ОА) – 99 Бк/м³); №2 (ОА–134 Бк/м³); №3 (ОА – 68 Бк/м³); №4 (ОА – 85 Бк/м³); №5 (ОА – 115 Бк/м³); №12 (ОА – 103 Бк/м³).

Выводы

1. Обследованы уровни накопления радона-222 в помещениях школ города Кызыла.
2. Максимальная объемная активность радона (134+42 Бк/м³) установлена в школе №2.

Список литературы

1. Кендиван О.Д.-С., Куулар А.Т. Объемная активность радона в воздухе зданий дошкольных учреждений Кызыла. // Вестн. Ом. ун-та. – 2014. – № 2. – С. 76–78.
2. 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.
3. 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.
4. Кендиван О.Д.С., Ховалыг А.А. Экологическая оценка жилых помещений Мугур-Аксы на содержание радона // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 3. – С. 182.
5. 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.

«ВЗГЛЯД ХИМИКА-ОРГАНИКА НА ПРОЦЕСС ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ: «ДЕ-НОЛ», «ОМЕПРАЗОЛ», «МЕТРОНИДАЗОЛ»»

Логунов А.В., Лютин Д.С., Лопина Н.П., Бордина Г.Е.
 ГБОУ ВПО «Тверской ГМУ Минздрава России, Тверь»,
 e-mail: formetest@mail.ru

Актуальность: на современном фармакологическом рынке обилие лекарственных средств. Врачи основывают своё назначение лекарств на фармако-

логических свойствах препаратов, но не всегда учитывают взаимодействие с другими лекарственными средствами. Однако, химическая структура применяемых лекарств различна, соединения могут взаимодействовать друг с другом. Результатом такого взаимодействия может быть как ослабление фармакологического действия препаратов (антагонизм), так и его усиление (синергизм).

Цель исследования: верификация взаимодействия лекарств практического назначения друг с другом.

Материалы и методы: аналитические весы, мерные колбы, мерные пипетки, дозаторы, индикаторы бромтимоловый синий, метиловый оранжевый, метиловый красный, малахитовый зелёный, раствор HCl, препараты «Метронидазол», «Де-Нол», «Омепразол», колориметрия, эксперимент по их смешению в модельном растворе.

Обсуждение и результаты. Для исследования были взяты препараты, применяемые для лечения гастрита, гастродуоденита, дуоденита, повышенной кислотности желудка. Стандартное назначение представляет собой три препарата: «Де-Нол», «Омепразол», «Метронидазол». Они принимаются одновременно. Дозировка препарата соответствует стандарту: 1 таблетка «Де-Нол», 1 таблетка «Метронидазол», 1 таблетка «Омепразол». В среднем каждая таблетка препарата запивалась половиной обычного стакана воды (приблизительно 100 мл).

Принимая за факт эти данные, объём для растворения каждой из таблеток в лабораторных условиях был принят за 100 мл.

Были приготовлены чувствительные индикаторы, покрывающие диапазон pH от 0 до 6,8 исключая промежуток 2,1 – 3,4.

- Малахитовый зелёный pH от 0 – 2;
- Метиловый оранжевый pH от 3,1 – 4,4;
- Метиловый красный pH от 4,4 – 6,2;
- Бромтимоловый синий 6,0 – 7,6;

Индикаторы использовались для приблизительной фиксации pH.

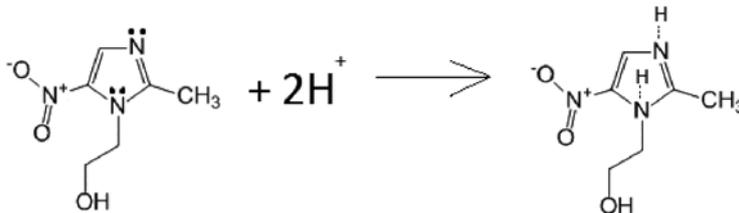
Раствор имел бурую окраску, при взбалтывании и создании турбулентности была видна взвесь, которая медленно оседала на дно. Желатиновая капсула «Омепразола» не растворилась до конца. Через два часа пробирка окрасилась в тёмно-фиолетовый цвет.

Наш эксперимент состоял из трёх частей.

В первой части эксперимента исследовались «Метронидазол», «Омепразол», «Де-Нол» в децемолярном растворе HCl.

В колбе №1 окраска метилового оранжевого вместо алой по модельному раствору стала оранжевой, что свидетельствует о повышении pH с 1 до диапазона 3,1-4,4.

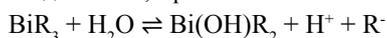
«Метронидазол», исходя из химической формулы, – это органическое основание, в структуре которого два атома азота с неподелённой электронной парой. При добавлении данного вещества к модельному раствору, протоны из кислоты присоединяются к атомам азота от основания, тем самым снижая кислотность модельного раствора.



То же касается колбы № 2, так как «Омепразол» по химической структуре – органическое основание, поэтому при добавлении метилового оранжевого окраска стала оранжевой, вместо ало-красной по модельному раствору.

В колбе №3 индикатор малахитовый зелёный из стал синим, метиловый красный – малиновым, бромтимоловый синий – жёлтым, вместо оранжевого. Это говорит о кислой среде, pH которой лежит от 3,1 до 4,4, но не 1, как в исходном модельном растворе. Такой же вывод можно сделать и исходя из окраски метилового оранжевого, который при pH <3 становится ярко-розовой, а в данном растворе – оранжевая. Таким образом, мы так же наблюдаем повышение pH.

В этой колбе находится препарат «Де-Нол», по химической структуре – это соль висмута (III), гидролизующегося по катиону Bi^{3+} , в результате гидролиза соли реакция среды кислая. При добавлении модельного раствора происходит смещение равновесия гидролиза согласно принципу Ле Шателье влево, то есть гидролиз подавляется, а pH повышается.



Во второй части эксперимента смешивались препараты: «Де-Нол» + «Метронидазол», «Де-Нол» + «Омепразол», «Метронидазол» + «Омепразол».

Производились комбинации препаратов: В тех колбах, где присутствовал «Де-Нол» окраска раствора в присутствии метилового красного имела жёлтый оттенок, вместо малинового, что явно говорит о повышении pH раствора выше 4. То есть, «Де-Нол» способствует повышению pH раствора. В колбе «Метронидазол» + «Омепразол» окраска осталась такой же, как и в опыте №1.

В третьей части эксперимента были смешаны три препарата: «Де-Нол» + «Метронидазол» + «Омепразол».

Метиловый красный приобрёл окраску ближе к жёлтой, вместо стандартной по модельному раствору алой, что говорит о значении pH большем, чем 4,4. Об этом свидетельствует окраска метилового оранжевого, бромтимолового синего. То есть, комбинация 3х препаратов говорит о снижении кислотности и повышении pH приблизительно до 5.

Выводы. Таким образом, взаимодействие лекарств отдельного назначения, не только развешивает предположения об их возможной реакции, но и показывает их синергию. В конкретном случае, вещества “помогают” друг другу в снижении pH желудка, что снижает степень разрушения лекарственных веществ и позволяет им оказывать более длительное локальное действие. Однако это не даёт права утверждать, что так происходит с каждым назначением.

ОБСЛЕДОВАНИЕ УРОВНЕЙ НАКОПЛЕНИЯ РАДОНА В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ ПОСЕЛКА ЧАЛ-КЕЖИГ

Монгуш Ч.Р.

ФГБУ ВПО «Тувинский государственный университет», Кызыл,
e-mail: ch.mongush2016o@yandex.ru

Целью данного исследования явилось исследование содержания радона-222 в жилых помещениях поселка Чал-Кежиг. В качестве средства измерения использовался радиометр радона PPA-01M-03 [1]. Прибор позволяет определять объемную активность радона в пределах 20 – 20 000 Бк/м³ [2]. Радиометр радона PPA-01M-03 предназначен для измерений объемной активности (ОА) радона-222 и торона-220 в воздухе жилых и рабочих помещений, а также на открытом воздухе [3]. Измерения объемной активности радона в помещениях проводились с помощью метода активной сорбции [4-5]. В ходе исследования в 2015 году обследовано 10 жилых помещений: максимальная объемная активность составляет 93 ± 26 Бк/м³; минимальная ОА – 26 ± 13 Бк/м³.

Выводы

1. Обследованы уровни накопления радона-222 в помещениях жилых помещений населенного пункта Чал-Кежиг.

2. Максимальная объемная активность радона (93 ± 26 Бк/м³) установлена в помещении частного дома по адресу Павлова, 4-3.

Список литературы

- 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.
- Кендиван О.Д.-С., Куулар А.Т. Объемная активность радона в воздухе зданий дошкольных учреждений Кызыла // Вестн. Ом. ун-та. – 2014. – № 2. – С. 76–78.
- 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.
- Кендиван О.Д.-С., Ховалыг А.А. Экологическая оценка жилых помещений Мугур-Аксы на содержание радона // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 3. – С. 182.
- 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), 2014 С. 1019-1022.

Колба/Индикатор	Малахитовый зелёный	Метиловый оранжевый	Метиловый красный	Бромтимол синий
Колба «Метронидазол»	синий	оранжевый	малиновый	жёлтый
Колба «Омепразол»	синий	оранжевый	розовый	жёлтый
Колба «Де-Нол»	синий	оранжевый	малиновый	жёлтый
Колба «Де-Нол» + «Метронидазол»	синий	оранжевый	красно-оранжевый	жёлтый
Колба «Де-Нол» + «Омепразол»	синий	темно-оранжевый	желто-красный	тёмно-жёлтый
Колба «Метронидазол» + «Омепразол»	синий	оранжевый	малиновый	жёлтый
Колба «Метронидазол» + «Де-Нол» + «Омепразол»	синий	жёлтый	оранжевый, ближе к жёлтому	тёмно-жёлтый

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ НА ВЫХОД ПРОДУКТА В БЫСТРОЙ СЛОЖНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

Суворова В.С., Татаренкова Д.В., Тишин О.А., Мокрецова И.С.

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: vikula2111@mail.ru

Настоящая работа является продолжением исследований по влиянию перемешивания на протекание химических реакций [1-7]. В серии предыдущих работ было показано, что в случае проведения в аппарате с мешалкой быстрых реакций наблюдается локализация зоны химической реакции вблизи зоны дозирования, размеры этой зоны малы по сравнению с объемом всего реактора и зависят от величины энергии рассеиваемой в единице массы перемешиваемой жидкости [5-6]. В том случае когда в реакторе осуществляются конкурирующие реакции сильно отличающиеся константами скоростей на продолжительность процесса химического превращения существенное влияние оказывают процессы массопереноса. Несмотря на существенное различие в константах скоростей количество реагента, дозируемого в реактор, расходуемого в параллельных реакциях одного порядка. Время в течение которого существуют глобулы содержащие дозируемый реагент исчисляется долями секунды [7]. Это означает, что весь дозируемый в реактор реагент расходуется в пределах зоны реакции.

Все вышесказанное позволяет представить весь объем реактора в виде двух зон. Первая зона – это зона дозирования, которую можно представить как трубы, в которой движется жидкость с диспергированными в ней глобулами дозируемого реагента. Предварительно растворенные в сплошной фазе реагенты за счет массопереноса транспортируются к внешней поверхности глобул. Реагенты быстрой реакции реагируют между собой в зоне близкой к этой поверхности. Реагент медленной реакции попадает во внутрь глобулы и в ее объеме реагирует с дозируемым реагентом. Весь дозируемый реагент расходуется в пределах зоны дозирования.

Вторая зона представляется как своеобразный усреднитель. В его объеме происходит выравнивание концентраций предварительно растворенных реагентов и продуктов реакций. Общение между зонами обеспечивается за счет циркуляционного потока создаваемого перемешивающим устройством. В первую зону поступает не весь циркуляционный поток создаваемый мешалкой, но только его часть. Величина циркуляционного потока поступающего в зону ре-

акции определяется площадью поперечного сечения зоны реакции местной скоростью движения перемешиваемой жидкости через сечение.

Была разработана математическая модель реактора, представляющая собой систему уравнение по каждому участнику событий, вида:

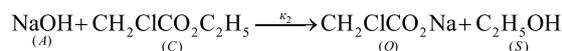
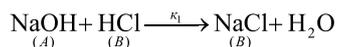
$$F(x,y,z,a) = 0.$$

Эта система формируется на основе использования законов сохранения субстанции и с применением блочного принципа построения моделей. В эти уравнения в обязательном порядке входят причинно-следственные связи, влияние которых на поведение объекта необходимо исследовать. Система уравнений сохранения дополняется начальными и граничными условиями, набором ограничений на пределы изменения параметром:

$$x_{i_{\min}} \leq x_i \leq x_{i_{\max}}.$$

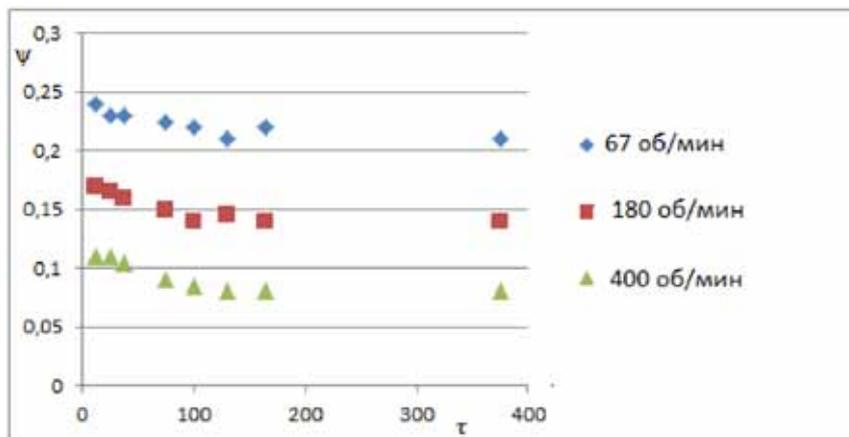
Подсистема базовых уравнений сохранения дополняется подсистемой уравнений для расчета различных кинетических коэффициентов, входящих в подсистему базовых уравнений, в граничные и начальные условия (константы скоростей химических реакций, коэффициенты массообмена на границе раздела фаз и др.) [9].

Исследуемая система представляет собой химические реакции нейтрализации и омыления этилхлоридата (ЭХА). Кинетическая схема реакций [8]:



Константы скоростей реакции нейтрализации: $k_1 = 1 \cdot 10^8$, м³/моль с, и реакции омыления ЭХА: $k_2 = 3,5 \cdot 10^{-2}$, м³/моль с.

Результаты расчетов показали, что значительное влияние на выход в сложной реакции влияют условия перемешивания. Скорость вращения мешалки оказывает сильное влияние на долю щелочи расходуемой в реакции омыления. Изменение скорости вращения мешалки существенно изменяет величину циркуляционного потока создаваемого перемешивающим устройством. Результаты расчетов показали, что соотношение величины τ представляющей отношение циркуляционного потока к потоку дозирования тоже влияет на выход спирта ψ (см. рисунок). Результаты расчетов удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными работ [8].



Влияние соотношения расходов τ на выход спирта ψ

Список литературы

1. Тишин О.А. К вопросу об изучении кинетики химических реакций в проточных аппаратах / О.А. Тишин, Н.В. Тябин, А.П. Дармания // Журнал прикладной химии. – 1985. – VIII. №9. – С. 2046-2050.
2. Тишин, О.А. Исследование качества перемешивания жидких сред в статических смесителях / О.А. Тишин, Н.В. Тябин, А.П. Дармания, С.Н. Романов // Журнал прикладной химии. – 1988. – т.61, №9. – С.2028-2032.
3. Тишин, О.А. Экспериментальное исследование микроперемешивания в центробежных статических смесителях и интенсификация перемешивания с их помощью / О.А. Тишин, Н.В. Тябин, А.П. Дармания, С.Н. Романов // 6-ая Европейская конференция по перемешиванию. – Павия, Италия, 1988. – С. 183-190.
4. Тишин О.А. Определение условий предварительной смешанности в аппаратах с мешалками / О.А. Тишин, И.Н. Дорохов // Журнал прикладной химии. – 2002. – т.75, № 11. – С.1877-1880.
5. Тишин О.А. Определение условий обеспечивающих в аппаратах с мешалками распределение времени пребывания, соответствующее модели идеального перемешивания / О.А. Тишин, И.Н. Дорохов, А.Ф. Качегин // Известия ВУЗов Химия и химическая технология. – 2002. – т.45, вып.5. – С. 70-73.
6. Тишин, О.А. Выбор числа оборотов перемешивающего устройства в аппарате с мешалкой / О.А. Тишин, А.В. Девкин // Известия Волгоградского государственного университета. Серия «Реология, процессы и аппараты химических технологий». – 2010. – № 1(61). – С.89-92.
7. Тишин, О.А. Экспериментальное исследование процесса перемешивания в аппарате с мешалкой / О.А. Тишин, Т.В. Островская, А.В. Девкин // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия «Реология, процессы и аппараты химических технологий» Вып. 5 Сб. научн. ст. – Волгоград: ВолгГТУ, 2012. – №1, С. 88-90.
8. Verschuren, I.L.M., J.G. Wijers, and J.T.F. Keurentjes Effect of mixing on the product quality in semi-batch stirred tank reactors, A.I.Ch.E. J. (2001), v47, (6), p.661-665.
9. Брагинский Л.Н., Бегачев В.И., Барабаш М.В. Перемешивание в жидких средах: Физические основы и инженерные методы расчета. – Л.: Химия, 1984. – 336 с.

ОБСЛЕДОВАНИЕ УРОВНЕЙ НАКОПЛЕНИЯ РАДОНА В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ ПОСЕЛКА БАЙ-ДАГ

Чамзырын Ш.А.

ФГБУ ВПО «Тувинский государственный университет»,
Кызыл, e-mail: shenne2016c@yandex.ru

Целью данного исследования явилось исследование содержания радона-222 в жилых помещениях

поселка Бай-Даг. В качестве средства измерения использовался радиометр радона PPA-01M-03 [1]. Прибор позволяет определять объемную активность радона в пределах 20 – 20 000 Бк/м³ [2]. Радиометр радона PPA-01M-03 предназначен для измерений объемной активности (ОА) радона-222 и торона-220 в воздухе жилых и рабочих помещений, а также на открытом воздухе [3-4]. Измерения объемной активности радона в помещениях проводились с помощью метода активной сорбции [5]. В ходе исследования в 2015 году обследовано 10 жилых помещений: максимальная объемная активность составляет 98±26 Бк/м³; минимальная ОА – 46±18 Бк/м³.

Выводы

1. Обследованы уровни накопления радона-222 в помещениях жилых помещений населенного пункта Бай-Даг.
2. Максимальная объемная активность радона (98±26 Бк/м³) установлена в помещении частного дома по адресу И.Багбуужап, 16.

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. Ом. ун-та. – 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., Ховалыг А.А. Экологическая оценка жилых помещений Мугур-Аксы на содержание радона // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 3. – С. 182.
5. 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.

Секция «Актуальные вопросы современной химической науки и образования», научный руководитель – Кубалова Л.М., канд. хим. наук, доцент

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВИТАМИНА С В ЛИМОНЕ

Азиева Я.Э., Кабалов З.В.

МКОУ «СОШ №4 г. Беслана», Беслан,
e-mail: 79194271044@yandex.ru

Одним из важных условий укрепления иммунитета человека является сбалансированность питания и, в частности, употребление достаточного количества витамина С.

Актуальность. Известно, что лимон отличается высоким содержанием витамина С. Представляет интерес изучение влияния различных условий потребления лимона на разрушение витамина.

Гипотеза. Различные условия могут, как ускорить, так и замедлить разрушение витамина С.

Цель исследовательской работы. Определение количества витамина С в лимоне. Изучение факторов, влияющих на разрушение витамина С.

Метод исследования: титриметрический анализ.

Согласно литературным данным (Романовский и др., 2000), в мякоти лимона содержится витамина С от 40 до 85 мг/100 г продукта, а в кожуре лимона содержание витамина доходит до 140 мг/100 г продукта. В данной работе были проведены следующие опыты:

Опыт 1. Определение витамина С в лимонном соке

Определение витамина С проводили титриметрическим методом, используя 1%-й раствор йода. Результаты сравнивали со стандартным раствором аскорбиновой кислоты, содержащим 50 мг. кислоты в 100 мл. раствора. Было установлено, что 1 капле раствора йода соответствует 0,125 мг. аскорбиновой кислоты.

Расчет количества витамина С в лимонном соке

Количество сока	Количество йода	Количество витамина С
10 мл.	30 капель	5,41 мг.
1000 мл.		108,2 мг.

Вывод: полученный результат не противоречит утверждению о содержании витамина С в лимоне.

Опыт 2. Определение изменения количества витамина С при термической обработке

Для опыта взяли холодную воду (20 °С) и горячую (10-минутное кипячение вместе с соком и 30-минутное кипячение).

№	Количество сока	Количество воды	Температура воды	Количество капель йода
1	3 мл.	50 мл.	Холодная	39 капель
2	3 мл.	50 мл.	Горячая (10 минут)	24 капель
3	3 мл.	50 мл.	Горячая (30 минут)	9 капель

Вывод: при нагревании количество витамина С уменьшается. Кипячение раствора в течение 10 минут уменьшает количество витамина С в 1,6 раза, а кипячение в течение 30 минут – в 4,3 раза.

Опыт 3. Влияние условий хранения лимонного сока на содержание витамина С

Три пробы лимонного сока хранили в разных условиях: на свету, в темноте и в контакте с железным предметом в течение 24 часов. Результаты представлены в таблице.

№	Количество сока	Количество капель йода первоначально	Условия хранения	Время хранения	Количество капель йода
1	10 мл.	8 капель	На свету	24 часа	6 капель
2	10 мл.	8 капель	В темноте	24 часа	4 капель
3	10 мл.	8 капель	В контакте с железным предметом	24 часа	6 капель

Вывод: хранение витамина С в темноте, на свету и в контакте с железом разрушают витамин С.

Опыт 4. Влияние чая на устойчивость витамина С

Горячий (90°C) раствор лимонного сока разделили на две равные части. К одной части добавили несколько листиков зеленого чая. Через 24 часа сравнили количество витамина С в обеих пробах.

№	Условие хранения	Время хранения	Количество капель йода
1	С чаем (зеленый)	24 часа	20 капель
2	Без чая	24 часа	9 капель

Вывод: наличие чая тормозит разрушение витамина С.

Выводы и рекомендации

1. Получены данные, подтверждающие разрушение аскорбиновой кислоты при хранении и тепловой обработке.

2. Для максимально полного потребления витамина С, содержащегося в лимоне, необходимо лимон или лимонный сок добавлять в чай только после заваривания чая.

Список литературы

1. Романовский В.Е., Синькова Е.А. Витамины и витаминотерапия. Серия «Медицина для вас». – Ростов н/д: «Феникс», 2000, 320 с.

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 060301(060108) – «ФАРМАЦИЯ»

Албегова Л.Э., Саламова Н.А.

ФГБОУ ВПО «ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Информационная среда современного вуза характеризуется сочетанием традиционных и инновационных форм обучения, постоянным наращивани-

ем информационно-коммуникационных технологий и электронных ресурсов, непрерывным совершенствованием методов обучения. Внедрение дистанционного обучения на фармацевтических факультетах должно реализовываться параллельно с классическими, внедренными в практику методами и подходами преподавания. Опыт заочного образования может быть очень полезным для формирования системы дистанционного обучения. Анализ отечественной и зарубежной теории и практики дистанционного обучения позволяет отметить характерные особенности, которые могут быть использованы при внедрении дистанционного обучения на фармацевтических факультетах:

Обучающиеся занимаются в удобное для себя время, в удобном месте и в удобном темпе, обеспечивая равную возможность получения образования независимо от места проживания и материальных условий.

Обучение может проводиться при совмещении основной профессиональной деятельности с учебной, т.е. «без отрыва от производства».

Расстояние от места нахождения обучающегося до образовательного учреждения не является препятствием для эффективного образовательного процесса.

Подобная форма дает возможность получать полноценное образование людям, испытывающим различные трудности при передвижении или в процессе изучения материала.

Вместе с тем, существуют и очевидные минусы дистанционного обучения: отсутствие очного общения между обучающимися и преподавателем, обучающиеся ощущают недостаток практических занятий. Рассматривая дистанционное фармацевтическое образование, необходимо отметить его эффективность в сфере дополнительного образования или повышения квалификации, так как обучаемый уже получил азы профессии и многое знает из очной формы обучения. Использование дистанционного обучения в дополнение к традиционным формам обучения будет способствовать совершенствованию фармацевтического образования, отвечающего потребностям современного общества.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ КАК ФОРМА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Базаева К.В., Дзеранова К.Б.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

В соответствии с образовательными стандартами около 50% учебного времени отводится на самостоятельную работу студента. Контроль над самостоятельной работой студента может осуществляться в ходе опросов на семинарах и коллоквиумах и с помощью контрольных работ.

Одной из форм самостоятельной работы студента при рейтинговой системе преподавателя являются домашние задания. Эффективность такой системы может быть высокой только при наличии достаточного числа вариантов индивидуальных заданий [1]. При выполнении индивидуальных заданий студент работает с рекомендованной учебной и справочной литературой, пособиями по решению задач [2] и конспектами лекций [3].

В учебный план курса неорганической химии в Северо-Осетинском госуниверситете включено 26 домашних заданий, каждое из которых рассчитано на выполнение в течение 1-2 недель. Многолетний опыт использования индивидуальных домашних

заданий убедительно доказывает их эффективность для стимулирования регулярной самостоятельной работы студентов.

Список литературы

1. Кабанов С.В., Медоев Б.С. Задания по неорганической химии для рейтингового контроля знаний. – Владикавказ: Изд-во СОГУ, 1999.
2. Кабанов С.В. Расчетные задачи в курсе неорганической химии. – Владикавказ: Изд-во СОГУ, 1997.
3. Кабанов С.В. Планы-конспекты лекций по неорганической химии. – Владикавказ: Изд-во СОГУ, 1997.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРОИЗВОДНЫХ ПРОЛИНА НА ПРИМЕРЕ КАПТОПРИЛА

Батырова Ф.К., Саламова Н.А.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ,
e-mail: 79194271044@yandex.ru

Считается, что артериальная гипертензия – одно из самых распространенных заболеваний сердечно-сосудистой системы. С возрастом распространенность болезни увеличивается и достигает 50-65% у лиц старше 65 лет. Из большинства средств, представленных на российском рынке, каптоприл является самым покупаемым препаратом для предотвращения гипертензии. В связи с тем, что участились случаи фальсификации данного препарата, актуальными являются исследования в области разработки экспресс-методик анализа данного лекарственного препарата.

По физическим свойствам «Каптоприл» белый или почти белый кристаллический порошок с характерным сульфидоподобным запахом, обладает свойством полиморфизма. Для анализа был взят препарат фирмы ООО «Озон» и подвергнут щелочному гидролизу при нагревании с образованием сероводорода, который свидетельствует о разрыве связи C-SH. В молекуле препарата «Каптоприл» имеется третичный атом азота, что позволяет провести реакции с осадительным (общееалкалоидными) реактивами с образованием характерных осадков различной окраски. Также возможно проведение реакции комплексообразования с ацетатом свинца и солями железа (III). С 5% раствором нитропруссид натрия наблюдается желтая окраска раствора, после прибавления концентрированного раствора аммиака образуется фиолетовое окрашивание. Методика количественного определения каптоприла методом ВЭЖХ описана в литературе. Химическим способом каптоприл количественно можно определить йодатометрическим методом. Определение основано на окислении сульфидгидрильной группы йодом. Точку эквивалентности определяют потенциометри-

чески или с индикатором крахмал. Количественное определение каптоприла в таблетках выполняют методом УФ-спектрофотометрии при длине волны 212 нм (растворитель 0,1 М раствор хлороводородной кислоты).

Таким образом, разработана экспресс-методика химического анализа препарата каптоприл, что позволяет рекомендовать ее для использования в контрольно-аналитических лабораториях.

ЭКСПЕРТИЗА КЕФИРА

Бестаева К.Э., Есиева Л.К.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ,
e-mail: 79194271044@yandex.ru

Кефир – кисломолочный напиток, однородный, белого цвета, получаемый из цельного или обезжиренного коровьего молока путём кисломолочного и спиртового брожения с применением кефирных «грибков» – симбиоза нескольких видов микроорганизмов: молочнокислых стрептококков и палочек, уксуснокислых бактерий и дрожжей. Кефир отличается от других кисломолочных продуктов уникальным набором бактерий и грибов, входящих в его состав. Качество исследуемых образцов кефира: кислотности и сухих веществ, изготовленных различными производителями: Кубанская буренка (Краснодарский край, г. Тимашевск) 2,5% и кефир (КБР, г. Нальчик, ТД «Сметанин») 2,5% оценивалось по физико-химическим показателям.

Метод определения кислотности основан на нейтрализации раствором щелочи водных вытяжек свободных кислот, полученных из навесок исследуемых продуктов. Окончание нейтрализации определяют по изменению окраски внесенного индикатора. Кислотность молочных товаров измеряется в градусах Тернера, которые показывают количество см³ 0,1 н. раствора щелочи, необходимое для нейтрализации 100 см³ продукта в присутствии индикатора фенолфталеина.

Раствор щелочи стандартизовали по раствору шавелевой кислоты и затем определяли кислотность исследуемого продукта кислотно-основным титрованием.

Рефрактометрический метод определения сухих веществ основан на измерении показателя преломления исследуемого вещества, а затем расчете массовой доли сухих веществ.

По результатам титриметрического и рефрактометрического методов установлено, что продукция соответствует ГОСТу 4929-84 «Кефир. Технические условия», поэтому пользуется наибольшим спросом.

Продукт	Показатель преломления	Массовая доля сухих веществ, %	Поправочный коэффициент к раствору щелочи	Кислотность, °Т
Кубанская буренка	1,2007	2,4014	0,102	85
Кефир ТД Сметанин	1,2102	2,4204		86

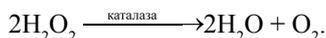
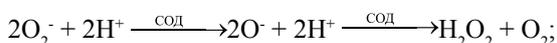
БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА

Боциев Т.О., Кубалова Л.М.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Пероксид водорода H₂O₂ – бесцветная, прозрачная жидкость, является одним из важных побочных продуктов метаболизма и проявляет окислительно-восстановительный дуализм с преобладанием окислительных свойств. В чистом виде H₂O₂ термодинамически нестабилен, чем обусловлено его экзотермическое разложение с образованием воды и кислорода: 2H₂O₂ → 2H₂O + O₂↑; ΔH⁰ = -188,55 кДж. Разложение H₂O₂ ускоряется на свету, а также в присутствии ионов d-элементов с незавершенным d-подуровнем. Более устойчивы водные растворы пероксида водорода, способные сохраняться длительное время в прохладном темном месте.

В митохондриях атомы водорода, отщепленные от субстрата дегидрогеназами, передают свои электроны через цепь переносчиков кислороду, который восстанавливается до воды: 4H⁺ + O₂ + 4e⁻ → 2H₂O. При этом физиологически важно, чтобы присоединив 4 электрона, молекула O₂ восстанавливалась до двух молекул воды, поскольку при неполном восстановлении O₂, например, при присоединении 2-х электронов образуется H₂O₂: 2H⁺ + O₂ + 2e⁻ → H₂O₂, а при присоединении 1 электрона – гипероксидный (надпероксидный) радикал: O₂[•] + e⁻ → O₂⁻. Известно, что пероксид водорода и гипероксидный радикал O₂⁻ токсичны для клеток, т.к. взаимодействуя с липидами клеточных мембран, повреждают их. Аэробные клетки при помощи фермента каталазы и медьсодержащего фермента супероксиддисмутазы (СОД) могут защитить себя от указанного вредного воздействия, превращая H₂O₂ и O₂⁻ в кислород, который участвует в последующих процессах биологического окисления.



В качестве фармакопейного препарата применяют 3%-ный водный раствор пероксида водорода. В медицине препараты пероксида водорода используются наружно как бактерицидное и дезодорирующее средство для обработки ран, полосканий полости рта и горла.

Таким образом, пероксид водорода имеет важную медико-биологическую роль.

Список литературы

1. Тедеева И.Р., Кубалова Л.М. Биологическая роль меди и ее соединений // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – №7-2. – С. 92.

ЛЕЧЕБНОЕ ДЕЙСТВИЕ СЕРОВОДОРОДНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

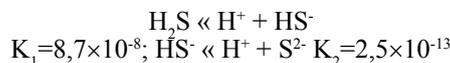
Габисова А.К., Кубалова Л.М.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Сероводородные (сульфидные) минеральные воды – это природные воды с различной минерализацией, содержащие свыше 10 мг/л общего сероводорода. В зависимости от концентрации сероводорода различают слабосероводородные воды (10 – 50 мг/л), средней концентрации (50 – 100 мг/л), крепкие (100 – 250 мг/л) и очень крепкие (свыше 250 мг/л). Сульфидные (сероводородные) воды относятся к самому активному методу бальнеотерапии.

Сероводород может содержаться в воде, добываемой из глубоких скважин и в поверхностных водах, проходящих через сульфидные руды. Иногда присутствие сероводорода может вызываться имеющимися в воде сульфидными бактериями, вырабатывающими сероводород.

Водный раствор сероводорода является очень слабой двухосновной кислотой:



Лечебное действие сульфидных вод связано с присутствующим в воде свободным сульфидом водорода, который способен проникать в организм, диссоциируя с образованием сульфидов и окисляясь до сульфатов. Сероводород активизирует ферментные системы, повышает энергетический ресурс клеток и тканей, усиливает регенеративные процессы, нормализует процессы возбуждения и торможения в центральной нервной системе. Действие сульфидных вод приводит к нормализации артериального давления, увеличению скорости кровотока, замедлению сердечного ритма, улучшению кровоснабжения органов и тканей, при этом повышается потребление кислорода, усиливается легочная вентиляция. Сероводородные ванны влияют и на ритм сердечных сокращений, способствуют разгрузке сердца, удлиняют периоды его покоя. Слабосульфидные воды с содержанием свободного сероводорода 10-40 мг/л применяют для питьевого лечения. Сульфидные воды снижают желудочную секрецию, оказывают слабительное и желчегонное действие, оказывают диуретический и холеретический эффекты.

Таким образом, сероводородные минеральные воды имеют выраженные лечебные эффекты, как формы ванн, так и при питьевого лечения.

Список литературы

1. Молчанов Г.И., Бондаренко Н.Г., Дегтярева И.Н., Кубалова Л.М., Молчанов А.А. Санаторно-курортное дело: Учебник / под ред. Г.И. Молчанова. – М.: Альфа-М, 2010. – 400 с.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА «АНГРИКАПС» И КОНТРОЛЬ ИХ СОБЛЮДЕНИЯ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Газюмова В.Э., Дзеранова К.Б.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Цель работы – изучить химический состав препарата «АнГрикапс» в капсулах различными методами. Объект исследования – «АнГрикапс» – комбинированный препарат, оказывающий жаропонижающее анальгетическое противовоспалительное действие при простуде и гриппе.

С помощью качественного и количественного методом анализа, был изучен химический состав препарата «АнГрикапс».

Достоверность ацетилсалициловой кислоты определяли по методике Государственной фармакопеи [1]. Наблюдалось красное окрашивание, которое указывало на наличие данной кислоты. В ходе данных экспериментов, была проведена качественная реакция на содержание аскорбиновой кислоты. С помощью титриметрического метода было определено количество димедрола, равное 0,0039 г, что не соответствовало норме (от 0,008 до 0,012 г). Наличие рутина определялось с помощью спектрофотометра марки СФ-26, в который входят дейтериевая лампа ДДС-30, лампа накаливания ОП-33-0,3, контрольные светофильтры,

а так же цифровой вольтметр Ш1312. Ультрафиолетовый спектр соответствовал максимуму поглощения 375 и 362,5 нм. Из приведенных расчетов масса рутинна составила 0,00316 г. Наличие ионов кальция проверяли по методике Государственной фармакопеи [1] по окрашиванию пламени в кирпично-красный цвет. Содержание кальция лактата составило 0,0596 г, по фармакопейной статье требуется от 0,09 до 0,11 г, то есть масса его занижена. Таким образом, содержание аскорбиновой кислоты, димедрола, рутинна и кальция лактата в исследованном препарате не соответствуют фармакологическим требованиям.

Список литературы

1. Государственная фармакопея X. – М.: Медицина, 1968.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ВАНАДИЯ

Гамбашидзе К.Г., Кубалова Л.М.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова». Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Ванадий содержится практически во всех живых организмах – как растительных, так и животных. Он относится к так называемым ультрамикроразнообразным – то есть, элементам, которые содержатся в организме в минимальных количествах – не более 0,000001%. В организм человека ванадий поступает с пищей. Большое количество ванадия содержится в растительном масле, грибах, петрушке, укропе, печени, жирном мясе, морской рыбе, сое, хлебных злаках. При попадании соединений ванадия в желудочно-кишечный тракт млекопитающих их абсорбция зависит от растворимости и химической природы этих соединений. Абсорбция хорошо растворимых ванадатов происходит в значительной степени (примерно до 10% дозы), тогда как катионные формы с любой степенью окисления ванадия абсорбируются слабо вследствие гидролиза с образованием малорастворимых солей. Абсорбированный ванадий накапливается в основном в мягких тканях, причем его содержание уменьшается в следующем ряду: сердце, селезенка, щитовидная железа, легкие, почки. Примерно 5% от поступившей в организм дозы ванадия распределяется в костной ткани.

Физиологическая роль ванадия в настоящее время недостаточно изучена. Одна из основных функций ванадия – это активизация деятельности клеток – фагоцитов, которые служат для очищения организма от всех вредных и посторонних веществ, а так же для его защиты. Ванадий препятствует развитию атеросклероза, контролирует работу ЦНС, регулирует уровень содержания сахара в крови, правильно распределяет соли кальция, помогает снизить процент содержания холестерина в крови, участвует в метаболизме тканей костей и зубов. Установлено, что ванадию свойственны функции катализаторов окислительно-восстановительных процессов. Ванадий усиливает поглощение кислорода тканями печени, катализирует окисление фосфолипидов изолированными ферментами печени. Ванадий способствует улучшению углеводного обмена. В связи с этой особенностью многие учёные уверены, что в скором времени данный элемент будет активно применяться для лечения сахарного диабета – действие ванадия напоминает действие инсулина. Ванадий играет определенную роль в процессах кроветворения, проявляя антианемическое действие с гемостимулирующим эффектом, что проявляется в увеличении числа эритроцитов и ретикулоцитов, повышении уровня гемоглобина. Под воздействием ванадия клетки организма начинают правильно расти и развиваться, а, следовательно, он обладает противоопухольевым действием.

Суточная потребность составляет около двух миллиграммов ванадия. При этом только один процент данного вещества всасывается, остальное количество выводится из организма. Дефицит ванадия встречается довольно редко, и может проявляться в виде особых форм шизофрении или нарушения обмена углеводов в организме. Недостаток ванадия может сопровождаться снижением уровня холестерина и повышением содержания триглицеридов, печеночных липидов и фосфолипидов в плазме крови. Основными проявлениями дефицита ванадия в организме являются увеличение риска развития атеросклероза, сахарного диабета.

Передозировка ванадия встречается гораздо чаще. Содержание ванадия в организме оценивается по результатам исследований крови, мочи, волос. В качестве показателя интоксикации организма ванадием используются результаты определения цистина в крови, моче, волосах и ногтях.

Особую опасность для человеческого здоровья представляет собой ванадий, который попадает в организм с вредными парами мазута или бензина. Последствиями в данном случае могут быть заболевания нервной системы, повышение кровяного давления. В наиболее серьезных случаях может возникнуть астма, анемия, а также тяжёлые формы дерматита и экземы. Избыточные количества ванадия снижают уровень коферментов А и Q и стимулируют активность моноаминоксидазы. Для выведения чрезмерного количества ванадия применяются препараты, содержащие соединения его антагониста – хрома, а также хелатирующие лиганды, например, этилендиаминтетрауксусная кислота.

Таким образом, ванадий обладает важной биогенной ролью, используется как стимулятор при анемии, как лечебное средство при туберкулезе, невралгии, ревматизме и других заболеваниях. Ряд физико-химических и биохимических свойств ванадия и его соединений, а также существование ряда симптомов дефицита ванадия у животных и растений, позволяют отнести ванадий к жизненно необходимому элементу.

Список литературы

1. Алиева А.К., Кубалова Л.М. Биологическая роль химических элементов в зависимости от положения в периодической системе Д.И. Менделеева // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – №7-2. – С. 93.
2. Кубалова Л.М. Медико-биологическая роль химических элементов. Учебно-методическое пособие. – Владикавказ: Изд-во Северо-Осетинского государственного университета, 2004. – 57 с.
3. Чистяков Ю.В. Основы бионеорганической химии. – М.: Химия, КолоС, 2007. – 539 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЛЬЦИЯ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Гаризан И.В., Бигаева И.М.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова». Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Кальций играет важную роль в жизни человека. Его называют королем всех макроэлементов, так как содержание кальция в человеческом организме составляет до 1-1,5 кг. Приблизительно 99% кальция, содержащегося в организме в виде апатитов и карбонатов, образует основу человеческого скелета, в то время как 1% этого минерала циркулирует в крови и прочих жидкостях организма.

Кальций является строительным материалом для скелета человека, отвечает за формирование и прочность зубов и костей, влияет на процессы свертывания крови и обмен воды, нормализует обмен углеводов и хлорида натрия. Этот минерал также регулирует мышечное сокращение и секрецию гор-

монов, снижает уровень проницаемости стенок сосудов, обладает противовоспалительным действием. Концентрация кальция в крови человека должна составлять не менее 2,2 ммоль/л, меньший показатель указывает на нехватку этого минерала, а больший говорит о его избытке. И то, и другое нежелательно, так как вызывает многочисленные заболевания.

Избыточное содержание кальция в организме человека приводит к повышению давления крови и к кальцинозу – болезни, связанной с отложением кальция в виде нерастворимых солей, а недостаточное – к хрупкости и ломкости волос, костей и ногтей, к гипертонии, параличу лицевого нерва, гипертонии, быстрой утомляемости.

В продуктах кальций содержится, в основном, в виде карбонатов, фосфатов, оксалатов и других труднорастворимых солей. Взрослому человеку необходимо в сутки 0,8 г кальция. Чтобы обеспечить организм достаточным количеством этого элемента, следует обязательно потреблять молоко и молочные продукты, зеленые овощи, рыбу. Кальций, поступающий в организм с пищей, практически нерастворим. В щелочной среде тонкого кишечника он образует труднорастворимые соединения. Всасывание кальция могут обеспечить только желчные кислоты. Усвоение кальция тканями организма человека зависит не только от его содержания в продуктах, но и от соотношения с жирами, магнием, фосфором, белками. Наиболее благоприятное соотношение кальция и фосфора в пище составляет 1:1,2-1,5, кальция и магния -1:0,25-0,3. Избыток фосфора приводит к вымыванию кальция из костей, уменьшает всасывание железа, увеличивает нагрузку на почки. Избыток магния отрицательно влияет на усвоение кальция.

В пищевых продуктах, в основном, не выдерживается соотношение с фосфором и магнием, необходимое для лучшего усвоения кальция. Большинство продуктов богаче фосфором, чем кальцием. Соотношение кальция: фосфор в мясе 1:20, яйцах -1:4; картофеле – 1:5, хлебе и хлебобулочных изделиях – 1:5. Хороший баланс кальция и фосфора в плодах и овощах (1:1), но кальция в них содержится немного. Кроме того, фитин и щавелевая кислота не дают возможности усваиваться кальцию, содержащемуся в растительных продуктах. Нарушение фосфорно-кальциевого обмена может вызвать ряд заболеваний: рахит, остеопороз и др.

Существует два основных метода определения ионов кальция: титриметрический и потенциометрический. Первый метод основан на способности комплексона III образовывать в щелочной среде в интервале рН=12-13 комплексные соединения с ионами кальция. Титриметрический метод позволяет определять более 1 мг ионов кальция в пробе с пределом погрешности измерений 0,02 мг при числе определений, равном пяти, и доверительной вероятностью 0,95. Потенциометрический метод основан на прямом определении ионов кальция с использованием ионселективного кальциевого электрода. Метод позволяет определять от 4 до 100 мг ионов кальция в пробе. Более точным является потенциометрический метод.

Кальций является наиболее важным макроэлементом молока. Он содержится в легкоусваиваемой форме и хорошо сбалансирован с фосфором. Содержание кальция в коровьем молоке колеблется от 100 до 140 мг%. Его количество зависит от рационов кормления, породы животного, стадии лактации и времени года. Иже, чем зимой.

Кальций присутствует в молоке в виде:

- свободного или ионизированного кальция – 11% от всего кальция (8,4–11,6 мг%);

- фосфатов и цитратов кальция – около 66%;
- кальция, прочно связанного с казеином – около 23%.

Для определения кальция в молоке нами был выбран титриметрический метод, так как он дешевле и проще потенциометрического. Кроме того, комплексонометрический метод по А. Я. Дуденкову позволяет контролировать не только массовую долю общего кальция в молоке, но и содержание в нём условно растворимого кальция, то есть того кальция, который остаётся в сыворотке после охлаждения белков молока трихлоруксусной кислотой.

Для проведения исследований были отобраны пробы молока двух компаний, «Веселый молочник» и «Кубанская буренка» ОАО «Вимм-Билль-Данн» и натуральное молоко из Моздокского района РСО-Алания.

Титрование проводили 0,1 н. раствором трилона Б с сухим индикатором – смесью мурексида с хлоридом натрия до перехода окраски раствора из сиренево-синей в розовую. Для того, чтобы переход окраски был более резким и видимым, при проведении повторных испытаний применяли более чувствительный индикатор – флуорексеин, образующий с кальцием соединения, флуоресцирующие зелёным светом, а при его отсутствии дающие красную или желтую окраску. Ход анализа осуществлялся по методикам ГОСТ.

Результаты определений приведены в таблице.

№	Производитель и название молочного продукта	Содержание кальция, мг/100 г молока
1	Молоко натуральное, Моздокский район РСО-Алания	120
2	«Веселый молочник», ОАО «Вимм-Билль-Данн», Россия, Тимашевск, ул. Гибридная, 2	97
3	«Кубанская Буренка», ОАО «Вимм-Билль-Данн», Россия, Тимашевск, ул. Гибридная, 2	99

Пониженное, по сравнению с натуральным молоком, содержание кальция в молоке других производителей обусловлено процессами, происходящими при консервации молочных продуктов.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ АЛЮМИНИЯ

Гиголаева А.М., Кубалова Л.М.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

В организм человека в зависимости от региона проживания ежедневно поступает от 5 до 50 мг алюминия. Растительные продукты содержат в 50–100 раз больше алюминия, чем продукты животного происхождения. Известно, что загрязнение пищевых продуктов этим металлом происходит за счет термообработки пищи в алюминиевой посуде. Содержание алюминия в организме человека составляет 30–50 мг. Накапливается алюминий в костях, печени, легких, головном мозге. Избыток алюминия является токсичным для организма.

Ряд неорганических соединений алюминия используется в качестве лекарственных препаратов. Так гидроксид алюминия $Al(OH)_3$ обладает антацидным действием, в основе которого лежит реакция нейтрализации ионов оксония $Al(OH)_3 + 3H_3O^+ \rightarrow Al^{3+} + 6H_2O$. Образующиеся ионы Al^{3+} выводятся из организма в виде осадка фосфата алюминия $AlPO_4$. Фармацевтический препарат «Альмагель», состоящий из геля

гидроксида алюминия и оксида магния, используется при лечении язвенной болезни.

Известно антисептическое, вяжущее и кровоостанавливающее действие алюминиевокалиевых квасцов ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$), которые применяются наружно в виде примочек, полосканий, промываний. Антисептическое действие квасцов обусловлено тем, что ионы Al^{3+} образуют с фосфорсодержащими протеинами комплексные соединения, выпадающие в виде осадка фосфата алюминия: $Al^{3+} + P^{3-} \rightarrow AlP \downarrow$. Это приводит к гибели клеток микроорганизмов, что снижает воспалительный процесс. В результате осаждения белков и образования кислотных альбуминатов наблюдается вяжущее действие квасцов. Кровоостанавливающий эффект связан со свертыванием белков на раневой поверхности кровеносных сосудов. Как вяжущее и подсушивающее средство используются в виде присыпок жёсткие квасцы ($KAl(SO_4)_2$). Подсушивающий эффект связан с медленным процессом поглощения влаги из тканей: $KAl(SO_4)_2 + nH_2O \rightarrow KAl(SO_4)_2 \cdot nH_2O$.

Таким образом, показано, что алюминий и его неорганические соединения имеют применение в медицине и фармации.

Список литературы

1. Алиева А.К., Кубалова Л.М. Биологическая роль химических элементов в зависимости от положения в периодической системе Д.И. Менделеева // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – №7-2. – С. 93.

ТЕХНОЛОГИЯ ОБОБЩАЮЩЕГО ПОВТОРЕНИЯ

Гусалова М.И., Агаева Ф.А.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

В процессе обучения повторение изученного материала играет важную роль. Правильно организованное повторение – один из факторов, способствующий интеллектуальному развитию каждого студента, достижению им глубоких и прочных знаний. Без прочного сохранения приобретенных знаний, без умения воспроизвести пройденный материал в необходимый момент изучение нового материала всегда сопряжено с большими трудностями и не дает надлежащего эффекта. Занятиям обобщения в планировании учебного материала уделяется мало внимания. Однако такие занятия очень важны. На обобщающих занятиях завершается процесс выявления сущности основных понятий, закономерностей, практического их применения. На обобщающем занятии имеется возможность выявить степень усвоения материала обучающимися, а сами студенты при подготовке к этому занятию имеют возможность расширить и углубить знания по изучаемой теме.

Преподавателями химии факультета химии, биологии и биотехнологии Северо-Осетинского государственного университета имени К.Л. Хетагурова (СОГУ) технология обобщающего повторения используется довольно активно. На повторительно-обобщающих занятиях они выделяют наиболее общие и существенные понятия, законы, основные теории и ведущие идеи изученной темы, устанавливают причинно-следственные связи, приводят в систему усвоенные на занятиях знания. Все идеи обобщения преподаватели химии сводят в единую систему, чтобы она как система представляла собой действенное знание, которое студентами должно быть признано как необходимое и значимое. Обобщающим повторением в процессе обучения является ранее изученный учебный материал, воспроизводящий наиболее существенные факты, понятия – элементы знаний и умений, причём устанавливаются логические свя-

зи между ними, прослеживается их возникновение и развитие. Это переосмысливается в целом, под углом зрения более полных и новых знаний, что приводит к упрочению усвоенного, выстраиванию знаний в структурную систему, обусловленную основной идеей повторяемого материала.

Развитие технологий образования позволяет рассчитывать на повышение эффективности обучения студентов и на повышение качества их подготовки в процессе обучения. Полагаем, что организация обобщающего повторения на всех этапах обучения является одним из средств разрешения такой задачи.

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НЕКОТОРЫХ ЗУБНЫХ ПАСТ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ КАРИЕСА ЗУБОВ

Дзарасова М.А., Неёлова О.В.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: o.neelova2011@yandex.ru

Кариес зубов – это патологический процесс в твердых тканях зуба, проявляющийся после прорезывания и возникающий в результате сочетанного воздействия неблагоприятных внешних и внутренних факторов. Кариес обычно сопровождается деминерализацией и протеолизом твердых тканей зуба с последующим образованием дефекта в виде полости. Главным компонентом в профилактике кариеса зубов является гигиена полости рта. При несоблюдении гигиены полости рта происходит адсорбция микроорганизмов на поверхности эмали и образование зубного налета, который растет за счет постоянного наслаивания новых бактерий. Результаты научных исследований свидетельствуют, что на 80-85% зубной налет состоит из воды, минеральных компонентов в виде соединений кальция с неорганическими фосфатами и фторидами [1]. Кальцификация зубного налета приводит к образованию зубного камня. Под зубной бляшкой, где $pH < 4-5$ образуется кариозная полость.

Важное место в индивидуальной профилактике стоматологических заболеваний занимают зубные пасты, так как с их помощью происходит химическое очищение зубов от налета. Различное сочетание химических компонентов (абразивные, антимикробные, бактериостатические, отбеливающие и поверхностно-активные вещества) в составе зубных паст позволяет использовать их для профилактики и для комплексной защиты полости рта.

Самым массовым лечебно-профилактическим средством являются противокариозные зубные пасты, содержащие фториды натрия и олова, монофторфосфат натрия, а в последнее время и органические соединения фтора (аминофториды). Фториды, проникая в структуру эмали, содержащую гидроксиапатит (гидроксифосфат кальция) $Ca_5(PO_4)_3OH$, образуют более прочный фторапатит (фторидфосфат кальция) $Ca_5(PO_4)_3F$, который способствует фиксации фосфорно-кальциевых соединений в твердых тканях зуба [2]. Соединения фтора также подавляют рост микрофлоры мягкого зубного налета. Оптимальная концентрация фтора в зубной пасте должна составлять по рекомендации ВОЗ 0,1%. В составе детских зубных паст фтористые соединения должны находиться в меньшем количестве – до 0,023%. Однако фториды не всегда оказывают противокариозное действие. Поэтому для полной минерализации твердых тканей зуба и повышения их резистентности к кариесу ряд зубных паст содержат в своем составе гидроксиапатит, фосфаты калия и натрия, глицерофосфаты кальция и натрия, глюконат кальция, обеспечивающие

микрообработку костной и зубной ткани ионами Ca^{2+} и PO_4^{3-} , которые «замуровывают» микротрещины в них, уменьшают чувствительность зубов, оказывая противовоспалительное действие. Подобный эффект оказывают и зубные пасты, содержащие производные хитина и хитозана, которые обладают способностью ингибировать адсорбцию микроорганизмов на поверхности гидроксиапатита.

Для снижения количества зубного налета и ингибирования роста кристаллов камня в зубные пасты включают такие компоненты, как пирофосфаты натрия или калия, цитрат цинка, которые, не влияя на активность фторидов, способны ингибировать формирование твердых зубных отложений.

Для придания вкуса в современные зубные пасты добавляют ксилит – заменитель сахара, который препятствует развитию микроорганизмов, поэтому он признан профилактическим средством против кариеса. При этом для достижения ощутимого результата содержание ксилита должно приближаться к 10%.

В некоторых пастах используется антибактериальный компонент триклозан, который воздействуя на грамположительные и грамотрицательные бактерии, замедляет формирование зубной бляшки и предотвращает развитие гингивита. Однако его присутствие может привести к изменению естественной микрофлоры полости рта.

Для облегчения удаления бактериального налета в составе паст используют пенообразующие поверхностно-активные вещества, в частности, лаурилсульфат натрия в концентрации от 0,5 до 2%. Превышение этой нормы может вызвать раздражение десен и усиливать боли при стоматите.

Существует большое разнообразие противокариозных зубных паст. Особенностью детских зубных паст является отсутствие лаурилсульфата натрия, полиэтиленгликоля и парабенов, что снижает риск возникновения аллергических реакций. Детям необходимо покупать специальную детскую зубную пасту, которая не содержит вещества, токсичные при проглатывании.

Список литературы

1. Кузьмина Э.М. Профилактика стоматологических заболеваний. Учебное пособие. – М.: Издательство «Тонга-Принт», 2001. – 216 с.
 2. Общая и биоорганическая химия: учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / И.Н. Аверцева [и др.]; под ред. В.А. Попкова, А.С. Берлянда. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 368 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЛЬЦИЯ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТАХ

Дзидаханова Т.А., Гаева Ф.А.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

О роли кальция для нормальной жизнедеятельности человека известно сегодня даже маленькому ребенку. При этом отмечается, что и дефицит, и избыток кальция в организме приводит к различным заболеваниям.

При недостатке кальция используются различные лекарственные препараты, содержащие различные соединения кальция: оксид, хлорид, карбонат, цитрат, аспаргат, глюконат, доломит, глицерофосфат и другие. Кальций также входит в состав витамина V_{15} .

При изучении процессов минерального обмена в живом организме применяются радиоактивные изотопы кальция. Препараты кальция используются для лечения аллергических заболеваний, уменьшают повышенную проницаемость сосудов и оказывают противовоспалительное действие, лечат болезни,

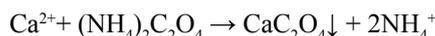
связанные с недостатком кальция (спазмофилию, рахит). Лекарства, содержащие кальций, применяют как кровоостанавливающее средство, для улучшения деятельности сердечной мышцы, как противоядие при отравлении солями магния, для стимулирования родовой деятельности.

К лекарственным препаратам, содержащим кальций, относятся также гипс (CaSO_4), применяемый в хирургии для гипсовых повязок, и мел (CaCO_3), назначаемый внутрь при повышенной кислотности желудочного сока и для приготовления зубного порошка.

Фармакопейными препаратами являются хлорид кальция и сульфат кальция, поэтому для проведения работы были взяты лекарственные препараты хлорида кальция в виде таблеток двух производителей: ОАО «Валента» и ОАО «Химический завод им. Л.Я. Карпова». В задачи работы входило определение подлинности препарата и степени его чистоты.

Согласно фармакопейным статьям, контролирующим качество лекарственных средств, содержание хлорида кальция в лекарственном препарате не должно быть меньше, чем 98%. Не допускается наличие примесей, таких, как соли железа, алюминия, бария, фосфаты. Соли магния и сульфаты являются допустимыми примесями и не влияют на качество лекарственного препарата хлорида кальция.

Определение подлинности лекарственного препарата хлорида кальция основано на реакции иона кальция с оксалатом аммония:



Эта реакция является официальной. Образующийся в результате ее проведения белый кристаллический осадок нерастворим в уксусной кислоте, но хорошо растворим в минеральных кислотах. Так как ионы магния достаточно часто присутствуют в анализируемом растворе лекарственного препарата, одновременно с ионами кальция, данную реакцию проводили с участием аммиачного буферного раствора.

Для количественного определения хлорида кальция в лекарственном препарате использовали химический метод анализа. Он представлял собой комплексонометрическое титрование с индикатором кислотным хромовым темно-синим. Титровали раствором трилона Б до перехода вишнево-красной окраски раствора в сине-сиреневую. Анализ результатов показал, что содержание кальция в лекарственном препарате – таблетках хлорида кальция в производителя ОАО «Валента» находится в пределах нормы, в то время как в таблетках, выпущенных ОАО «Химический завод им. Л.Я. Карпова» оно чуть ниже нормы – 95%.

РОЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА В ИЗУЧЕНИИ ХИМИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Дзугаева М.А., Гаева А.А., Гаева Ф.А.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Известно, что наблюдение как метод исследования дает возможность изучить внешние признаки предметов и явлений. Наиболее глубокие знания о сущности явлений и свойствах предметов могут быть получены с помощью теоретического и экспериментального методов исследования. На теоретическом уровне достигается высший синтез знаний в форме научной теории. На экспериментальном уровне происходит процесс накопления фактов, информации об исследуемых явлениях, проводятся измерения, наблюдения, сравнения, ставятся эксперименты, формируются научный уклад понятия, совершается первичное объеди-

нение знаний и устанавливаются экспериментальные законы. Основоположник отечественной науки М.В. Ломоносов отмечал: «Опыт ценнее тысячи мнений, рожденных воображением», а академик Л.Д. Ландау говорил: «Опыт – верховный судья теории».

В соответствии с целями и задачами исследования эксперимент может быть количественным или качественным; иллюстративным, демонстрационным, исследовательским; техническим или научным. Эксперимент является критерием всех теоретических построений. Без экспериментального подтверждения ни одна теория не может долго существовать. Вот почему в высшем образовании все время уделяется большое внимание различным видам учебного эксперимента. Широкое применение эксперимента в преподавании дисциплины способствует формированию у обучающихся правильного понятия об особенностях эксперимента как о методе научного исследования [1].

Содержанием учебного эксперимента являются:

а) изучение явлений, особенностей их протекания в определенных условиях;

б) изучение причинно-следственных связей между явлениями и функциональной зависимости между величинами, характеризующими явления и свойства тел (например, зависимости температуры кипения от давления);

в) изучение и сравнение свойств вещества в различных состояниях (например, упругости, пластичности);

г) иллюстрация законов, сформулированных на основе опытов или в результате логических умозаключений, опирающихся на общетеоретические положения или метод индукций;

д) определение констант (например, электрохимического эквивалента);

е) изучение и испытание приборов (например, фотэлектроколориметров, потенциометров, хроматографов).

Эксперимент включает наблюдения, измерения и запись их результатов. Но данным этапом эксперимента не завершается. Завершающей частью эксперимента является теоретический анализ и математическая обработка результатов измерений. Конечную цель эксперимента представляют выводы, которые формулируются в результате этой обработки.

Рассмотренные этапы научного эксперимента в той или иной мере присутствуют в учебном эксперименте в высшем учебном заведении. Чем выше уровень самостоятельности студентов, тем полнее в их эксперименте представлены все его этапы.

Однако основная задача химического эксперимента в вузе – формирование у выпускника бакалавриата по направлению 04.03.01 Химия общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций [2], таких как: владение навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2); способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам (ПК-1); владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2); способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов (ПК-4); владение методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств (ПК-7); производственно-технологическая деятельность: способность использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных

производственных задач (ПК-8); способностью принимать решения в стандартных ситуациях, брать на себя ответственность за результат выполнения заданий (ПК-12). Обучение студентов методике эксперимента должно включать формирование умений выполнять следующие действия:

1. самостоятельное формулирование цели опыта; 2. выявление условий, необходимых для постановки опыта; 3. проектирование эксперимента; 4. отбор необходимых приборов и материалов; 5. сборка экспериментальной установки и создание необходимых условий для выполнения опытов; 6. выполнение измерений; 7. проведение наблюдений; 8. фиксирование результатов измерений и наблюдений; 9. математическая обработка результатов измерений; 10. анализ результатов и формулировка выводов.

Обучению методике эксперимента должно предшествовать раскрытие особенностей его содержания и структуры. Разумеется, полнота этого раскрытия на разных этапах обучения будет различной [3].

Выработка у студентов обобщенного умения самостоятельно ставить опыты так же, как и умения наблюдать, обеспечивается на факультете химии, биологии и биотехнологии Северо-Осетинского государственного университета (СОГУ) согласованной, целенаправленной деятельностью преподавателей различных смежных дисциплин. При этом у студентов формируются умения выполнять отдельные действия и операции, из которых складывается эксперимент, и раскрывать структуру эксперимента как метода научного познания, роль каждой операции в этой деятельности. Надо отметить, что вначале, на первом курсе, идет формирование экспериментальных навыков и умений, на втором и третьем – их закрепление, а при изучении специальных дисциплин и написании выпускной квалификационной работы – практическое использование сформированных навыков.

Список литературы

1. Зайцев О.С. Практическая методика обучения химии в средней и высшей школе. – М.: КАРТЭК, 2012. – 469 с.
2. Приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 N210 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень бакалавриата)» (Зарегистрировано в Минюсте России 07.04.2015 N 36766).
3. Чечель И.Д. Теория и практика организации экспериментальной работы в общеобразовательных учреждениях. – М.: Издательский Дом «Новый учебник», 2003.

СИСТЕМА BiI_3 – AgI

Дзугаева М.А., Дзеранова К.Б.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ,
e-mail: 79194271044@yandex.ru

Исследованы фазовые равновесия в системе BiI_3 – AgI . Компоненты образуют между собой два типа соединений: AgBiI_4 и Ag_3BiI_6 .

Системы, образованные йодидом висмута с йодидами металлов подгруппы меди, изучены недостаточно. В частности, отсутствуют данные о характере химического взаимодействия между йодидами висмута и серебра. Компоненты этой системы имеют ценные электрофизические свойства, обладают высокой фоточувствительностью.

Целью данной работы являлось изучение взаимодействия йодида висмута с йодидом серебра во всем концентрационном интервале и построение диаграммы состояния системы BiI_3 – AgI .

Исходные компоненты содержали 99,5% йодида серебра и 99,7% йодида висмута. Сплавы для исследования готовили через 5 мол.%. Смесь йодидов по 3 г сплавляли под вакуумом в кварцевых сосудах Степанова. Образцы нагревали до плавления, а затем

медленно охлаждали вместе с печью до комнатной температуры. Общее время нагревания с одновременным отжигом составило около 14 часов.

Исследование системы проводили методом дифференциально-термического анализа (ДТА) с применением комбинированной хромель-алюмелевой термопары на пирометре Курнакова ФРУ-64 путем записи кривых нагревания. Скорость нагрева составляла 3-4 град/мин.

По результатам физико-химического анализа была построена фазовая диаграмма системы $\text{BiI}_3 - \text{AgI}$ (рис.1). Как видно, в системе образуются два химических соединения: $\text{Ag}[\text{BiI}_4]$ – тетраюдовисмутат серебра и $\text{Ag}_3[\text{BiI}_6]$ – гексайодовисмутат серебра, пла-

вящиеся конгруэнтно. Соединение $\text{Ag}_3[\text{BiI}_6]$ имеет полиморфное превращение в пределах 170-180 °С. В системе также образуются три эвтектические смеси, составы и температуры которых приведены в табл. 1. Образование тетраюдовисмутата серебра и гексайодовисмутата серебра подтверждено дифрактограммами образцов, выполненных на дифрактометре УРС-50ИМ на медном излучении с никелевым фильтром (табл. 2).

Плотность новых фаз измеряли пикнометрическим методом с использованием в качестве рабочей жидкости толуола высокой степени чистоты. Значения плотности равны соответственно: $\text{AgBiI}_4 - 4,82 \text{ г/см}^3$, $\text{Ag}_3\text{BiI}_6 - 5,15 \text{ г/см}^3$.

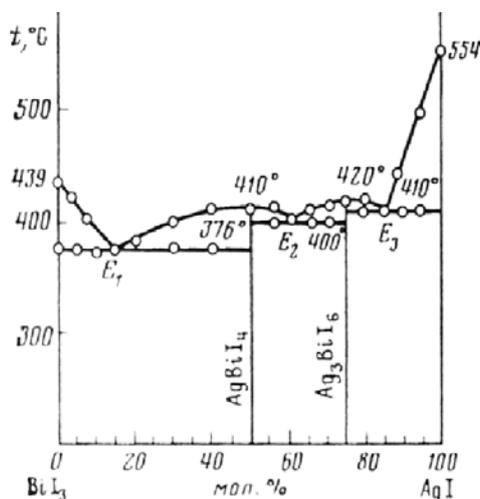


Рис. 1. Фазовая диаграмма системы $\text{BiI}_3 - \text{AgI}$

Таблица 1

$t, ^\circ\text{C}$	BiI_3 , мол. %	Твёрдые фазы	Характер точек
439	100	BiI_3	Плавление
376	85	$\text{BiI}_3, \text{AgBiI}_4$	Эвтектика
410	50	AgBiI_4	Дистектика
400	40	$\text{AgBiI}_4, \text{Ag}_3\text{BiI}_6$	Эвтектика
420	25	Ag_3BiI_6	Дистектика
410	16	$\text{Ag}_3\text{BiI}_6, \text{AgI}$	Эвтектика
554	0	AgI	Плавление

Таблица 2

$\text{Ag}[\text{BiI}_4], t=410^\circ\text{C}$		$\text{Ag}_3[\text{BiI}_6], t=420^\circ\text{C}$		$\text{Ag}[\text{BiI}_4]$		$\text{Ag}_3[\text{BiI}_6]$	
d, Å	I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å	I
9,82	5	6,81	26,6	2,41	20	2,16	40,6
7,90	9	3,70	44,1	2,25	75	2,13	50,4
6,70	8	3,20	12,6	2,18	15	1,73	8,4
5,12	6	3,03	100	2,15	5	1,69	6,3
4,77	5	2,28	15,4	1,82	35	—	—
4,35	12	—	—	1,77	30	—	—
4,03	25	—	—	1,89	5	—	—
3,59	30	—	—	1,64	20	—	—
3,27	100	—	—	1,49	5	—	—
2,68	30	—	—	1,38	10	—	—

Исследование соединений AgBi_4 и Ag_3Bi_6 с помощью поляризационного микроскопа ПОЛАМ Л-2И при увеличении 6,3X40 показало, что данные соединения представляют собой однофазные черные непрозрачные кристаллы с $N=1,682$ и $1,610$. Оба соединения не гигроскопичны. По формуле Лорентц-Лоренца вычислены значения молекулярных рефракций, которые составляют:

$$R_{\text{эксп}}[\text{Ag}[\text{Bi}_4]] = 29,68, R_{\text{эксп}}[\text{Ag}_3[\text{Bi}_6]] = 49,59.$$

Список литературы

1. Брауэр Т.Р. Руководство по препаративной неорганической химии. – М.: И. Л., 1985. – С. 522.
2. Баранников Г.И. Гравиметрические методы // Журн. прикл. химии. – 2001, т. 32. – С. 724.
3. Пятницкий Я.В., Сухая В.В. Аналитическая химия серебра. – М.: Наука, 1975.
4. Бацанов С.С. Структурная рефрактометрия. – М.: МГУ, 1976. – С. 223.

МЕХАНОХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ В СПЛАВЕ Fe-Al ЭКВИАТОМНОГО СОСТАВА

Дзугаева М.А., Кубалова Л.М.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Целью данной работы является исследование структуры сплава $\text{Fe}_{50}\text{Al}_{50}$, полученного при механохимическом синтезе (МС) путем помола эквимолярной смеси Fe и Al в высокоэнергетической шаровой планетарной мельнице МАПФ-2М в атмосфере аргона при водяном охлаждении барабана [1,2]. Для механохимического синтеза сплавов использовались порошки металлов квалификации «осч»: Fe – чистотой 99,9% со средним размером частиц 40 мкм, Al – 99,87% (~60 мкм). Для исследования продуктов помола применялись методы рентгенофазового анализа и Мессбауэровской спектроскопии.

Из последовательности дифрактограмм на рис.1 видно, что после 150 мин помола на дифрактограмме присутствуют лишь линии неупорядоченного твердого раствора Fe(Al) с периодом решетки 0,2920 нм (a Fe-Al $a=0,2866$ нм). Поскольку сверхструктурные линии В2 фазы отсутствуют, образовавшийся твердый раствор можно считать метастабильным и неупорядоченным.

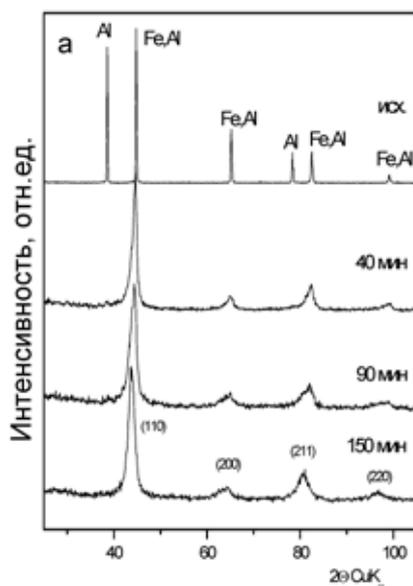


Рис. 1. Дифрактограммы сплавов $\text{Fe}_{50}\text{Al}_{50}$

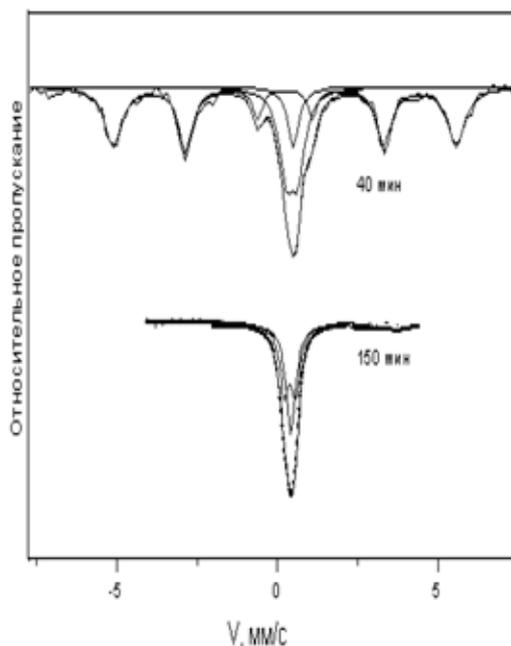


Рис. 2. Мессбауэровские спектры МС фаз $\text{Fe}_{50}\text{Al}_{50}$

На рис. 2 представлены Мессбауэровские спектры механосинтезированного сплава $\text{Fe}_{50}\text{Al}_{50}$ после 40 и 150 мин помола. После 150 мин МС спектр представляет собой одиночную линию с суперпозицией синглета и дублета с аналогичными параметрами. Синглет характеризует области с ближним порядком по типу FeAl (B2). Таким образом, при помоле эквимолярной смеси Fe и Al образуется неупорядоченный твердый раствор Al в α -Fe.

Список литературы

1. Кодзаева Н.В., Кубалова Л.М. Исследование механосинтезированных сплавов Fe-B // Международный студенческий научный вестник. 2015. – №3-4. – С. 553-554.
2. Лазарова З.К., Кубалова Л.М. Исследование механосинтезированных сплавов Fe-Ge // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – №3-4. – С. 554-555.

УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТА В КУРСЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Еналдиева Д.К., Дзеранова К.Б.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Учебно-исследовательская работа студента (УИРС) – один из наиболее эффективных способов развития интереса к изучаемому предмету. В курсе аналитической химии по специальности «Фармация» имеются широкие возможности для постановки экспериментальных задач исследовательского характера. На выполнение этих работ отводится 72 часа лабораторного практикума и 50 часов самостоятельной работы.

В учебный план курса включено 12 научно-исследовательских работ. В частности при изучении качественного анализа проводится работа «Анализ смеси катионов экстракционным методом». В ходе работы студенты знакомятся с теоретическими основами экстракционного метода, самостоятельно выбирают экстрагент, обладающий соответствующей селективностью, легкой регенерируемостью, малой летучестью и токсичностью, приобретают практические навыки экстракции катионов из многокомпонентных систем. При обработке результатов студенты вычисляют фак-

тор извлечения, концентрацию веществ в органической и водной фазах после n-й экстракции.

Среди работ, выполняемых по количественному анализу, можно отметить «Количественное определение новокаина и стрептоцида». В системе рейтинговой оценки заданий на УИРС отводится 10% от общей суммы баллов. Дополнительные рейтинговые баллы получают студенты, выступающие с результатами своих работ на заседании студенческого научного кружка.

Следовательно, подобное обучение предполагает формирование и развитие исследовательских навыков студентов. Знание таких показателей студентов дает возможность педагогу конструировать образовательные программы и определить предмет контроля образовательных результатов.

ЭКСПЕРТИЗА ШОКОЛАДА

Есиева А.К., Есиева Л.К.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

В качестве объектов исследования были взяты различные сорта шоколада:

- десертные без добавлений – «Люкс», «Русские узоры»;
- десертные с добавлениями: – «Аленка», «Сударушка».

Из физико-химических показателей нормируются влажность, содержание золы, нерастворимой в соляной кислоте с массовой долей 10%, и содержание жира.

Органолептическая оценка, определяемая внешним видом, вкусом и запахом, консистенцией, показала хорошее качество всех отобранных образцов. Все изделия имели коричневый цвет, гладкую поверхность, правильную форму, однородную структуру.

Определение массовой доли жира проводилось по ГОСТу 5899-85. При размягчении изделия масло-какао расплывается, выделяется на поверхности, образуя жировое поседение, что связано с полимеризмом триглицеридов, входящих в состав какао-масла. Полиморфное превращение $\gamma \rightarrow \alpha \rightarrow \beta' \rightarrow \beta$ протекает во времени при определенных температурах. При длительном хранении и повышенной температуре происходит плавление метастабильных форм триглицеридов, что ведет к быстрому жировому поседению шоколада. Определение влажности и зольности в отобранных образцах показало их соответствие ГОСТу 5.182-72. Исключение составил шоколад «Аленка» производства кондитерской фабрики г. Старый Оскол.

МОДУЛЬНАЯ ПРОГРАММА ИЗУЧЕНИЯ ХИМИИ Р-ЭЛЕМЕНТОВ VII ГРУППЫ

Кабанов С.В., Балаева М.В.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Одной из тенденций развития образования является стремление к подаче информации в максимально сжатом виде. Использование модульной педагогической технологии позволяет оптимизировать образовательный процесс в соответствии с принципом: все необходимое, но ничего лишнего. Изучение толстых учебников уходит в прошлое. Привлекательным для студента является работа по схеме: вопрос-ответ. При всех, зачастую кажущихся, недостатках этой системы, она позволяет в короткий срок усвоить большой объем учебного материала.

На факультете химии, биологии и биотехнологии Северо-Осетинского госуниверситета преподавание курса неорганической химии ведется на базе модульной педагогической технологии. Курс разделен на модульные программы изучения химии отдельных групп химических элементов. В частности, модульная программа «р-Элементы VII группы» включает следующие блоки:



Каждый модуль содержит задания для самостоятельной работы и минимальный объем информации, достаточный для ответа на вопросы базового уровня. Использование учебников и интернет-источников является необходимым для ответа на вопросы повышенного уровня сложности.

Наименование изделия	Зольность, %	Массовая доля жира, %	Влажность, %
«Аленка» («Красный Октябрь»)	0,090	35,3	1,90
	0,090	35,2	1,82
«Аленка» (Старый Оскол)	0,140	32,9	1,02
	0,140	32,8	1,10
«Люкс»	0,092	36,1	1,02
	0,088	36,0	1,02
«Русские узоры»	0,090	39,0	1,06
	0,085	38,1	1,10
«Сударушка»	0,070	31,2	1,10
	0,072	31,0	1,03

МОДУЛЬНАЯ ПРОГРАММА ИЗУЧЕНИЯ ХИМИИ S-ЭЛЕМЕНТОВ

Кабанов С.В., Голоева З.В.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ,
e-mail: 79194271044@yandex.ru

В основе курса неорганической химии лежит естественная классификация элементов по электронному строению атомов. Изучение химии элементов разных групп в рамках модульной педагогической технологии отличается структурной изолированностью каждого модуля, возможностью его изучения независимо от остальных модулей.

В зависимости от степени интеграции дидактических целей химию s-элементов обычно изучают в последовательности: «Водород», «s-Элементы I группы», «s-Элементы II группы». Мы предлагаем модульную программу изучения s-элементов в едином дидактическом комплексе.



Общие вопросы данной программы рассматриваются на лекции. Затем студенты самостоятельно выполняют задания программы базового уровня, готовясь к лабораторному практикуму. Задания повышенного уровня сложности разбираются на семинарском занятии. Эффективность данного подхода доказана многолетней практикой использования модульной педагогической технологии в курсе неорганической химии.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СПЛАВОВ ЗОЛОТО-МЕДЬ С ИНДИЕМ

Кабанов С.В., Павленко А.С.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ,
e-mail: 79194271044@yandex.ru

Создание уникальных материалов на основе сплавов металлов невозможно без изучения взаимодействия компонентов между собой в равновесных условиях.

Сплавы на основе золота представляют большой интерес с практической точки зрения. Они широко применяются в электронике в качестве проводниковых материалов и электрических контактов. Золото обладает высокой теплопроводностью и низким электрическим сопротивлением, но низкими показателями механической прочности. Медь повышает твердость золотого сплава, сохраняет ковкость и тягучесть, однако понижает антикоррозийные свойства сплава.

Введение индия в сплавы меди и золота позволяет повысить твердость, прочность и коррозионную стойкость сплавов меди и золота.

В работе [1] были определены границы области твердого раствора на основе соединения Au_4In до

14% меди. Представляет интерес более полное исследование данной системы с целью выявления сплавов для перспективного применения.

В двойных системах Cu-Au, Au-In и Cu-In также обнаружен ряд интерметаллических соединений, обладающих перспективными свойствами.

Список литературы

1. Hiscocks S.E.R., Hume Rothery W.: The equilibrium diagram of the system gold-indium. Proceedings of the Royal Society of London, Series A 282 (1964) 318-330.

ЦЕЛЕПОЛАГАНИЕ – ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ

Кабанов С.В., Тигиева З.Б.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ,
e-mail: 79194271044@yandex.ru

Модульная система обучения является основной формой передачи знаний студентам. Учебный план любого направления подготовки можно рассматривать как набор более менее независимых модулей. Принцип модульности обучения наиболее полно выражается в модульной педагогической технологии, одним из обязательных элементов которой является создание модульных программ. Каждая модульная программа включает четко сформулированные цели обучения по данной программе, средства достижения этих целей и элементы контроля полученных знаний, умений и навыков.

Без целеполагания модульная программа превращается в традиционное учебное пособие, содержащее учебный материал и задания для самостоятельной работы студента. Многолетний опыт преподавания неорганической химии в Северо-Осетинском госуниверситете доказывает, что постановка комплексной, интегрирующей и частных дидактических целей повышает уровень осознания студентом процесса обучения. Не имея опыта работы с модульными программами, студенты не вникают в формулировки целей. После разъяснений и регулярного контроля со стороны преподавателя студенты приобретают навыки анализа содержания того или иного задания программы с точки зрения достижения определенных учебных целей.

ПРЕВРАЩЕНИЯ

ГЕМ-ДИХЛОРАРИЛЦИКЛОПРОПАНОВ В РЕАКЦИИ С АЗОТИСТОЙ КИСЛОТОЙ: СИНТЕЗ 3-АРИЛ-5-ХЛОРИЗОКСАЗОЛОВ

Коблова Л.Б., Гаглоева Д.И., Газзаева Р.А.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова»,
e-mail: lara_koblova@mail.ru

Интерес к химии циклопропана не теряет своей актуальности с 1889 г, с момента открытия первого представителя – незамещенного циклопропана. Циклопропаны играют важную роль в органическом синтезе. Повышенная активность циклопропанового кольца, являющаяся следствием частичного π -характера C-C связей и углового напряжения, обуславливает его способность к раскрытию с образованием продуктов присоединения. В ряде случаев размыкание трехчленного цикла сопровождается последующей циклизацией, что приводит к образованию разнообразных карбоили гетероциклических систем [1].

Все возрастающее значение среди прочих приобретает реакция нитрозирования циклопропанов, позволяющая получать широкий спектр азот- и [NO]-содержащих гетероциклических соединений [2]. В частности, при нитрозировании арилциклопропанов с высокими выходами получаются изоксазолины [3].

Интерес к таким соединениям обусловлен тем, что изоксазольный цикл входит в состав многочисленных

биологически активных соединений. Разработанный нами метод является общим, удобным и простым методом построения изоксазольного фрагмента.

Для оптимизации условий проведения реакции изучалась активность различных катализаторов. Согласно экспериментальным данным, максимальный выход продуктов гетероциклизации достигается при использовании в качестве катализатора $TiCl_4$.

Варьирование условий реакции позволило установить, что соотношение реагентов также может существенно влиять на результат реакции.

При нитрозировании гем-дихлоралкилциклопропанов различного строения азотистой кислотой нами были получены региоизомерные алкил-5-хлор-изоксазолы с высокими выходами.

Реакцию 2-арил-1,1-дихлорциклопропанов (Ia-в) с азотистой кислотой проводили в хлористом метиле при комнатной температуре, варьируя соотношение реагентов. Все продукты реакций были выделены в индивидуальном виде методом колоночной хроматографии и охарактеризованы спектрами ЯМР 1H и ^{13}C , характеристики которых для описанных соединений совпадали с литературными данными [4].

Показано, что когда ароматическое кольцо содержало акцепторные заместители (атом галогена или нитрогруппу) реакция протекала хемо- и региоселективно, и в качестве продуктов реакции с высокими выходами были получены соответствующие 3-арил-5-хлоризоксазолы (IIa-в) и продукты замыкания малого цикла (схема 1).

Отметим, что мета-замещенные арилциклопропаны Ia-в оказались наиболее реакционноспособными и количественно превращались в соответствующие 3-арил-5-хлоризоксазолы.

В случае пара-галогензамещенного гем-дихлорарилциклопропана (Iг) выход изоксазола (IIг) не превышал 55%. Помимо изоксазола наблюдалось образование ациклических продуктов нитрозирования – оксимов (IIIг) (схема 2).

Взаимодействие 2-фенил-1,1-дихлорциклопропана с азотистой кислотой завершалось за 30 мин. Изоксазол был выделен хроматографически с выходом 15%.

При обработке 1,1-дихлор-2-фенилциклопропана нитратом натрия в серной кислоте, наряду с продуктами нитрования в ароматическое кольцо, с хорошими выходами (50-65%) был выделен 2-(4-нитрофенил)-5-хлоризоксазол. При этом среди продуктов реакции не было обнаружено изоксазола, не содержащего нитрогруппу в ароматическом кольце. Экспериментально было подтверждено, что сначала происходит нитрование ароматического кольца, а затем нитрозирование малого цикла с образованием изоксазола.

Анализ литературного материала и полученных нами экспериментальных данных позволяет заключить, что нитрозирование 2-арил-1,1-дихлорциклопропанов, содержащих акцепторные заместители в ароматическом кольце, протекает хемоселективно с образованием 3-арил-5-хлоризоксазолов (схема 3).

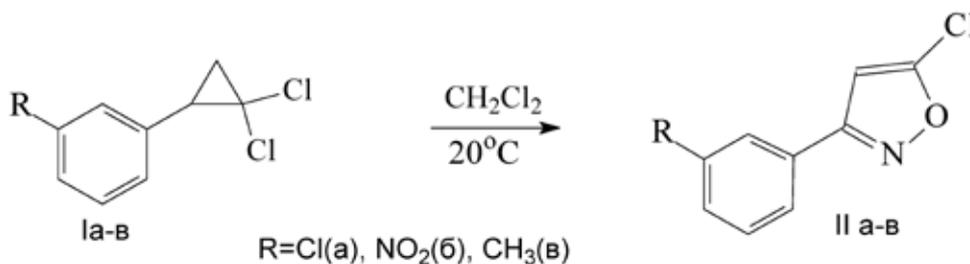


Схема 1

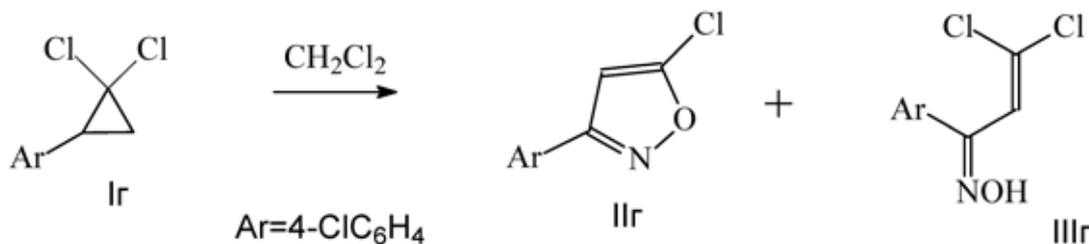


Схема 2

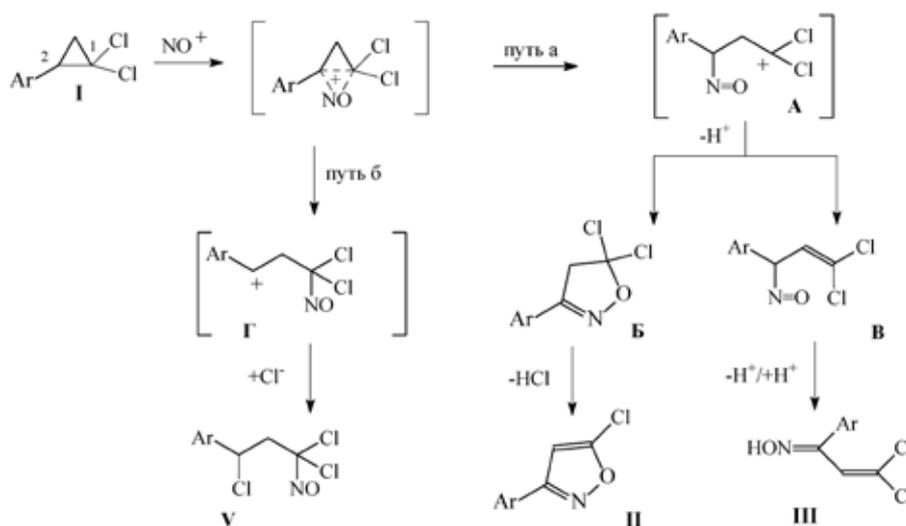


Схема 3

Мы попытались варьировать условия проведения реакции с тем, чтобы свести к минимуму побочные процессы и повысить выход изоксазолов. При этом изменение температурного режима не привело к желаемым результатам. Понижение температуры значительно снижало скорость реакции.

Для изучения влияния полярности растворителя на протекание реакции помимо хлористого метилена был использован ацетонитрил, что позволило в значительной степени повысить селективность реакции по изоксазолам.

Таким образом, проведенное исследование показало, что нитрозирование 2-арил-1,1-дихлорциклопропанов азотистой кислотой в хлористом метилена для субстратов, содержащих акцепторные заместители в ароматическом кольце, протекает хемо- и региоселективно и с высокими выходами приводит к образованию 3-арил-5-хлоризоксазолов.

Список литературы

1. Navveschuk C.G, Rovis T., *Angew. Chem. Int. Ed.* 2005, 44, 3264.
2. Мочалов С.С., Газзаева Р.А. *ХГС.* 2003, 8, 1123.
3. Газзаева Р.А., Шабаров Ю.С., Сагинова Л.Г. *ХГС.* 1984, 309.
4. Lin S.T, Kuo S.H., Yang F.M. *J. Org. Chem.* 1997, 62, 5229

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В СИСТЕМЕ $\text{BiCl}_3 - \text{AgCl}$

Кодзасова С.А., Дзеранова К.Б.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

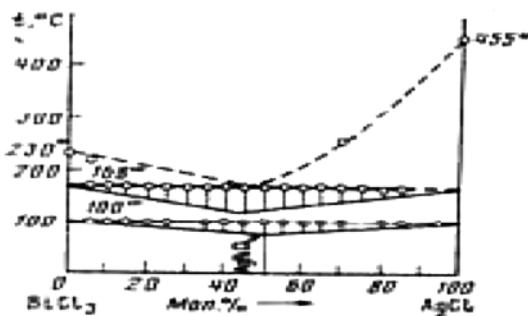
Методами дифференциально-термического анализа (ДТА) и рентгенофазового анализа (РФА) изучено взаимодействие компонентов в системе $\text{BiCl}_3 - \text{AgCl}$.

Установлено, что компоненты BiCl_3 и AgCl кристаллизуются из жидкости по хорошо известной эвтектической схеме, и при 100°C из кристаллов BiCl_3 и AgCl образуется химическое соединение по схеме $\text{BiCl}_3 + \text{AgCl} = \text{AgBiCl}_4$. Изучение системы $\text{BiCl}_3 - \text{AgCl}$ представляет интерес в связи с тем, что в системах на основе галогенидов висмута (III) обнаружены соединения с высокой ионной проводимостью в твердом состоянии [1-2]. Взаимодействие хлорида висмута(III) с хлоридом серебра изучено недостаточно [3].

Нами исследована система $\text{BiCl}_3 - \text{AgCl}$ методами дифференциального термического и рентгенофазового анализа, кроме того, определены некоторые физико-химические константы соединения AgBiCl_4 . Плавокость системы изучали двумя методами: на пирометре – с записью дифференциальных кривых время – температура и визуально – политермическим методом [4].

Необходимые для работы хлористые соли висмута и серебра получали хлорированием соответствующих металлов газообразным хлором. Хранение, взвешивание и пересыпание хлоридов производили в условиях, исключавших соприкосновение их с влагой воздуха. Температура плавления хлоридов висмута и серебра соответственно составляло 230° и 455°C .

По результатам ДТА построена Т – X фазовая диаграмма системы $\text{BiCl}_3 - \text{AgCl}$, представленная на рисунке. В системе при концентрации 50 мол.% AgCl и температуре 100°C , лежащей ниже эвтектической температуры (168°C), из кристаллов BiCl_3 и AgCl образуется химическое соединение: $\text{BiCl}_3 + \text{AgCl} = \text{AgBiCl}_4$.

Рис.1. Диаграмма состояния системы $\text{BiCl}_3 - \text{AgCl}$

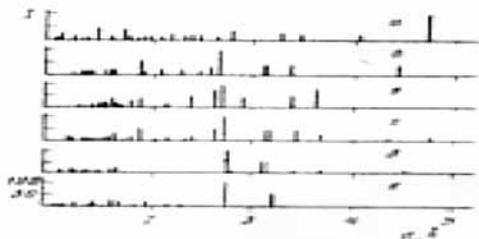


Рис. 2. Штрихрентгенограммы образцов системы $\text{BiCl}_3 - \text{AgCl}$, содержащих BiCl_3 (мол. %): а – 100, б – 65, в – 50, г – 35, д – 25, е – 0

Образование AgBiCl_4 происходит при понижении температуры и сопровождается выделением тепла. На кривых охлаждения сплавов системы, кроме изломов, отвечающих температурам начала кристаллизации BiCl_3 или AgCl , и эвтектических остановок, наблюдаются горизонтальные участки при 100°C , отвечающие невариантному равновесию. Ликвидус диаграммы изучали не полностью ввиду разрыва реакционных сосудов Степанова, поэтому на рис. 1 он представлен пунктиром. Данные РФА подтверждают образование новой фазы – AgBiCl_4 (рис. 2). Плотность фазы AgBiCl_4 измерена пикнометрическим методом и равна $4,60 \text{ г/см}^3$.

Список литературы

1. Калоев Н.И., Егеров О.И., Дзеранова К.Б., Кулова Л.К. // Журн. неорган. химии. – 1976. Т. 21. №1. – С.290.
2. Дзеранова К.Б., Бухалова Г.А., Калоев Н. И., Мардиросова И. В. // Журн. неорган. химии. – 1986. – Т. 31. №1. – С.282.
3. Коршунов Б. Г., Сафонов В. В., Дробот Д. В. Диаграммы плавления хлоридных систем // Справочник. – Л.: Химия, 1972. – С. 8.
4. Нисельсон Л. А., Перехрест Г. А. // Журн. неорган. химии. – 1958. – Т. 3. №7. – С.215.
5. Татарский В.В. Кристаллооптика и иммерсионный метод. – М.: Недра, 1985.

ПРАКТИЧЕСКАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ ПРОЦЕССА ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Кодзасова С.А., Бигаева И.М.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Высшее образование в своем сравнительно недавнем прошлом было ориентировано на подготовку узкопрофессиональных специалистов. Однако реалии сегодняшнего дня ставят на первое место не знания, умения и навыки, а способность выпускников вузов быстро адаптироваться к стремительно меняющимся условиям профессиональной деятельности и окружающей среды. С этой точки зрения проблема практической направленности обучения становится одной из важнейших в условиях совершенствования высшего образования.

Для осуществления полноценной подготовки профессионального специалиста-химика, быстро адаптирующегося к меняющимся условиям, лабораторные и практические занятия играют наиболее важную роль. Это основной и специфический метод обучения, который непосредственно знакомит с химическими явлениями и одновременно развивает познавательную и практическую деятельность студентов. Активная экспериментальная познавательная деятельность дает им возможность проникнуть в суть химических явлений. Справедливы слова: «... умение выполнять практическую работу, провести лабораторный опыт или решить задачу экспериментально, применяя в различных связях знания и практические умения, а так же выполнять наблюдения в ходе эксперимента, получить нужный результат, выполнять правила

техники безопасности, обобщать экспериментальные данные и т.п. – всё это воспитывает самостоятельность деятельности учащихся».

Несмотря на большое количество работ, раскрывающих роль практических и лабораторных работ в формировании и подготовке высококвалифицированного специалиста, недостаточно раскрытой остается взаимосвязь методических приемов и средств, использующихся для реализации этой задачи. Преподаватели химии факультета химии, биологии и биотехнологии Северо-Осетинского государственного университета (СОГУ), работая в этом направлении, совершенствуют старые и находят новые методические приемы, опираясь на Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень бакалавриата). При этом предполагается:

- определение трудностей в освоении теоретических знаний, коррекция экспериментальных умений и навыков студентов;
- формирование обобщенных знаний и общих экспериментальных умений студентов, усвоение правил работы в лаборатории;
- развитие исследовательских умений и навыков, связанных с анализом и синтезом веществ, конструированием приборов и установок, освоением доступных для университета методов научно – исследовательской работы.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЕЧЕНЬЯ

Корнаева Д.А., Есиева Л.К.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Печенье – небольшое кондитерское изделие, выпеченное из теста с использованием химических разрыхлителей: питьевой соды и карбоната аммония. Щёлочность в пищевых продуктах нежелательна, т.к. вызывает повышенный расход кислого желудочного сока при пищеварении и тем самым ухудшает его работу. Органами ВОЗ установлена максимально допустимая норма щёлочности всех видов печенья, равная 2° . Градус титруемой щёлочности определяется количеством cm^3 1 н. раствора соляной кислоты (серной кислоты), необходимым для нейтрализации щелочных веществ, содержащихся в 100 г продукта, с индикатором бромтимоловым синим. Метод применим для исследования мучных кондитерских изделий, изготовляемых с применением химических разрыхлителей.

Для исследования качества различных видов печенья: 1. «Любятово», изготовленное ОАО «Любятово», г. Псков; 2. «Юбилейное», изготовленное ОАО «Кондитерский комбинат Кубань», были использованы титриметрический и гравиметрический методы анализа.

Приготовленные навески печенья (5 г) в открытых бюксах ставят в предварительно нагретый до $140-145^\circ\text{C}$ сушильный шкаф. Температура при этом падает, и ее быстро (не более чем за 10 минут) доводят до 130°C . Сушат при этой температуре в течение 40 минут.

Титриметрический метод основан на нейтрализации щелочных веществ, содержащихся в навеске, кислотой в присутствии бромтимолового синего до появления желтой окраски.

За окончательный результат анализа принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать $0,2$ градуса.

№	Наименование	Щелочность, град.	ГОСТ 24901-89Е	Влажность, %	ГОСТ 24901-89Е
1	«Юбилейное»	1,88	Не больше 2	3,6	3,0-8,5 %
2	«Любятово»	1,93		5,7	

Экспериментально полученные данные по влажности и щелочности продукта хорошо согласуются с ГОСТом.

ЛЕЧЕБНОЕ ДЕЙСТВИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ БОРА

Кочиева В.А., Кубалова Л.М.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Бор является примесным микроэлементом, который концентрируется в легких, щитовидной железе, селезенке, печени, мозге, почках, сердечной мышце. Известно, что бор участвует в углеводно-фосфатном обмене, взаимодействуя с биологически активными соединениями (углеводами, ферментами, витаминами, гормонами). Ряд неорганических соединений бора применяется в медицине и фармации.

Ортоборная кислота (H_3BO_3) – белое кристаллическое вещество, является очень слабой кислотой ($K_a = 7,3 \cdot 10^{-10}$) и используется в качестве антисептика в лекарственных формах в виде 2-3% растворов, в мазях, присыпках. Механизм антисептического действия состоит в следующем: борная кислота обладает высокой растворимостью в липидах, что способствует её быстрому проникновению в клетки. Это приводит к свертыванию белков (денатурации) цитоплазмы микроорганизмов и их гибели.

Кристаллогидрат декагидрат тетрабората натрия – бора ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) также используется как антисептик. Механизм его фармакологического действия обусловлен гидролизом тетрабората натрия: $Na_2B_4O_7 + 7H_2O \rightarrow 4H_3BO_3 + 2NaOH$. Образующиеся при гидролизе вещества: борная кислота и щелочь (гидроксид натрия) вызывают свертывание белков микробных клеток, что приводит к их гибели. Учитывая токсичность неорганических соединений бора, борная кислота и бора могут применяться только наружно. Токсичность соединений бора обусловлена тем, что бор угнетает активность адреналина (соединения фенольной природы), образуя с ним прочные комплексы.

Борная кислота используется также в зубопротезировании как наполнитель формы при отливке металлических зубов. Метаборат натрия $NaBO_2$ в смеси с гидроксидом алюминия $Al(OH)_3$ входит в состав стоматологических паст как клей-прослойка для зубных протезов.

Таким образом, показано, что бор и его соединения имеют применение в медицине и фармации.

Список литературы

1. Алиева А.К., Кубалова Л.М. Биологическая роль химических элементов в зависимости от положения в периодической системе Д.И. Менделеева // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – №7-2. – С. 93.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СИСТЕМЕ ПОЧВА – РАСТЕНИЕ – ЖИВОТНОЕ

Кочиева Д.Г., Симеониди Д.Д.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Загрязнение окружающей среды – сложный многообразный процесс. В результате производственных процессов в окружающую среду выбрасывается огромное количество отходов, содержащих различные соединения тяжелых металлов, являющиеся токсичными для живых организмов.

Проведенные нами исследования свидетельствуют о том, что за последние десятилетия в результате повышенного загрязнения воздуха, вод и почвенного покрова в городе Владикавказ и республике Северная Осетия – Алания в целом сложилась неблагоприятная, а на некоторых его участках – тревожная экологическая обстановка.

Результаты эколого-геохимического опробования почв показали, что в различных техногенных зонах происходит значительное увеличение площади техногенного ареала загрязнения при существенном увеличении коэффициента концентраций большинства токсичных элементов (особенно в зоне чрезвычайно опасного уровня загрязнения).

За пределами Владикавказского техногенного ареала, в непосредственной близости от главных автодорог и металлургических предприятий города, отмечен рост концентраций химических элементов до уровня 5–20 ПДК.

Полученные результаты показали, что между концентрацией подвижных форм тяжелых металлов в почве и их содержанием в зерне кормовых культур, выращиваемых непосредственно в хозяйствах, существует прямая положительная связь. Так, если наивысший уровень ионов тяжелых металлов был зафиксирован в почвах I техногенной зоны, то концентрация этого элемента в корнеплодах и концентратах также превышала предельно-допустимую концентрацию в 3 – 3,5 раза.

Далее в ходе эксперимента нами был проведен анализ на содержание ионов тяжелых металлов в сырье животного происхождения, вырабатываемом в различных зонах экологического загрязнения республики Северная Осетия – Алания. Исследования проводились в течение двух лет. Результаты исследований обрабатывались методами математической статистики и представлены в таблице.

Результаты исследований содержания ионов тяжелых металлов в мясе (2014 – 2015 гг.)

ТМ	Результаты анализа						ПДК, мг/кг
	I зона		II зона		III зона		
	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.	
Свинец	0,59±0,10	0,70±0,20	0,47±0,10	0,53±0,01	0,21±0,10	0,25±0,20	0,5
Кадмий	0,09±0,01	0,22±0,11	0,04±0,00	0,06±0,10	0,01±0,00	0,03±0,01	0,05
Медь	6,90±0,20	7,40±0,10	5,20±0,21	5,8±0,10	3,55±0,11	3,90±0,10	5,0
Цинк	115,0±0,30	220±1,20	98,80±0,32	120±0,20	52,40±0,32	55,4±0,20	70,0

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сформулировать следующее. Тяжелые металлы располагаются по мере увеличения концентрации в следующей последовательности: Cd, Pb, Cu, Zn (зона III) → Cd, Pb, Cu, Zn (зона II) → Cd, Pb, Cu, Zn (зона I).

ВЕГЕТАРИАНСТВО – ПУТЬ К ЗДОРОВЬЮ

Малышева А.А., Кочиева И.В.

*Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет),
Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru*

Целью работы является изучение вегетарианства, как пути к здоровому питанию, а также рассмотрение основных принципов данного вида питания [1,2].

Вегетарианство (от английского vegetarian, от позднелатинского vegetabilis – растительный) – общее название системы питания, исключающей из пищи продукты животного происхождения или ограничивающей их потребление. Виды (уровни, ступени): строгое (только растительная пища) – веганство и нестрогое (допущение продуктов животного происхождения, кроме мяса животных); среди веганов есть сыроеды, отрицающие кулинарию; а нестрогие делятся на лактовегетарианцев (допускающих молоко и молочные продукты) и лактоовоовегетарианцев (кроме молока и продуктов из него, допускают еще и яйца) [2].

Рассмотрим физические и физиологические последствия мясоедения. Первое оправдание мясоедения – это наличие в мясе полноценных белков, содержащих незаменимые аминокислоты. Ежедневная норма потребления белка составляет 30-45 г. До недавнего времени считалось, что они находятся только в мясе, но исследования ученых опровергли это убеждение. Молочные продукты, бобовые, злаки и орехи – такой же источник полноценных белков, но они легче усваиваются человеком и не содержат токсических примесей.

Представители современной медицины утверждают, что у вегетарианцев ниже давление, лучше показатели содержания жиров в крови, реже встречаются нарушения обмена веществ, сердечно-сосудистые заболевания, диабет и подагра. Кроме того, известно, что вегетарианская пища является эффективной профилактикой онкологии [3].

Противоположностью мясоедения является вегетарианство. Растительная пища богата микроэлементами и витаминами, важными для работы органов и систем организма; нормализует обменные процессы, выводит токсины и шлаки; содержит растительную клетчатку, улучшая пищеварение и работу поджелудочной железы; нормализует водный баланс из-за меньшего содержания соли; снижает артериальное давление, повышает иммунитет; имеет полезные углеводы, которые являются источником энергии, поэтому вегетарианцы энергичны, среди них множество долгожителей.

Однако не стоит фанатично переходить на вегетарианство, поскольку – это стресс для организма, что чревато болезненными состояниями такими, как анемия, хрупкость костей, проблемы нервной системы. Главное – постепенность, и, конечно же, моральная осознанность. Для начала достаточно устраивать растительные дни для адаптации, сократить употребление мясной пищи до нескольких раз в неделю, заменять мясо на блюда из рыбы, а только затем будет полезным его длительное исключение. Тем, кто сознательно выбрал для себя вегетарианский режим питания для улучшения здоровья, нужно придерживаться ряда принципов. Вегетарианство предписывает не

только исключать из рациона некоторые продукты, но и вести здоровый образ жизни. Следует принимать поливитамины с высоким содержанием витаминов В₁₂ и D, не отказываться от яиц, молочных продуктов, богатых белками, необходимыми для синтеза человеческих белков, витаминами и минеральными веществами, позволяющими в некоторой степени заменить мясо, рыбу. Полноценная замена мяса – пророщенные зерна, которые усваиваются организмом легче, чем мясо. Если практиковать вегетарианство, то отмечается легкость, хорошее настроение, повышение работоспособности, предотвращаются некоторые заболевания [4].

Подводя итоги, можно сделать вывод, что потребляя больше овощей и злаков, человек получает в 13 раз меньше ядохимикатов, чем при смешанном питании. Вместе с тем, чередуя обычный прием пищи с вегетарианством, организм безболезненно очищается от вредных веществ, что способствует его оздоровлению.

Список литературы

1. Морозов. В. Вегетарианство – путь к гармоничной жизни: книжное издание. – Ника-Центр, 2010 – 168 с.
2. Канта К. Энциклопедия вегетарианства: книжное издание. – Аюрведа Плюс, 2010. – 368 с.
3. <http://torsunov.ru/ru/>.
4. Марголина А. Вегетарианство и здоровье // Наука и жизнь. – 2010. – №4. – С.60.

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ НА СВОЙСТВА СПЛАВОВ ЗОЛОТА ДЛЯ ЮВЕЛИРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Наниева Д.Г., Нартикова А.О.

*ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ,
e-mail: 79194271044@yandex.ru*

В ювелирной промышленности цветное золото впервые стало применяться в 19 веке. Это произошло в связи с открытием новых благородных металлов – осмия, родия и палладия. Уже в это время стало ясно, что лигатура в сплаве влияет на цвет и прочность изделий, но не на их пробу. В состав золотых сплавов в качестве легирующих компонентов могут входить: серебро, медь, палладий, никель, платина, кадмий и цинк. Каждый из компонентов по-своему влияет на свойства сплава.

Серебро придает золотому сплаву мягкость, ковкость, понижает температуру плавления и изменяет цвет золота. По мере добавления серебра цвет сплава зеленеет, переходя в желто-зеленый; при содержании серебра более 30% цвет становится желто-белым и бледнеет по мере увеличения количества серебра.

Медь повышает твердость золотого сплава, сохраняя ковкость и тягучесть. Сплав приобретает красноватые оттенки и при содержании 14.6% меди сплав становится ярко-красным. Однако медь понижает антикоррозийные свойства сплава. *Палладий* повышает температуру плавления золотого сплава и резко изменяет его цвет – при содержании в сплаве 10% палладия слиток окрашивается в белый цвет. Пластичность и ковкость сплава сохраняются.

Никель изменяет цвет сплава в бледно-желтый, повышает твердость и литейные качества. Платина окрашивает золотой сплав в белый цвет интенсивнее палладия. Желтизна теряется уже при содержании 8,4% платины в сплаве. При повышении содержания платины до 20% увеличивается упругость сплава. Цинк резко понижает температуру плавления сплава, повышает текучесть его, придает сплаву хрупкость и зеленоватый оттенок. Золотые сплавы можно классифицировать по цветовому признаку на желтые, красные, зеленые, белые, розовые и т. д., в зависимости от оттенков.

Палладий (благородное белое золото) повышает температуру плавления золотого сплава и резко изменяет его цвет. Белое золото на основе палладия дороже, чем на основе никеля. Никель (неблагородное белое золото) изменяет цвет на бледно-желтый. Сохраняя ковкость металла, никель придает ему твердость и повышает литейные свойства. Никель растворяется в меди в любом соотношении, а вот серебро растворяет лишь незначительное количество никеля. Красный оттенок золотому сплаву придает медь. Обычный состав лигатуры такого сплава – это серебро и медь. Синее золото – получается при сплавлении золота с железом. Зеленый оттенок получается при плавлении золота с серебром с добавлением кадмия. Оттенок золота может стать даже лиловым при введении алюминия, кобальта и палладия.

Во всем мире для распознавания количества входящей в золотой сплав лигатуры используется несколько систем. Наиболее известными являются метрическая и каратная системы. В России уже долгие годы пользуются метрической системой. Она более простая и понятная и указывает на количество граммов золота, входящего в состав сплава весом в 1 кг.

Список литературы

1. Айлова Г.Н., Васильева М.П., Петренко И.А. и др. Товароведение и экспертиза металлохозяйственных и ювелирных товаров. – СПб.: Питер, 2005. – 304 с.
2. Стоун Д. Ювелирная энциклопедия. – М.: Кристалл, 2008.
3. <http://www.znaytovar.ru/m/forum/topic/topic199.htm>.
4. http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_colier/.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТАХ

Неёлова О.В., Баллаева Д.А.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Пероксид водорода нашел применение в медицине как антисептический, дезодорирующий и кровоостанавливающий препарат. Применяют его для обработки ран, ссадин, царапин, остановки носовых и других небольших капиллярных кровотечений, так как хорошо переносится кожей и слизистыми оболочками, не накапливается в организме при длительном применении. Целью работы является изучение литературных данных по методам анализа пероксида

водорода и определение содержания пероксида водорода в фармацевтических препаратах разных производителей.

Для количественного определения содержания пероксида водорода в фармацевтических препаратах использовали перманганатометрический и йодометрический методы титрования. Для исследования выбрали образцы четырех разных производителей пероксида водорода:

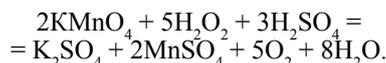
ООО «Тульская фармацевтическая фабрика», г. Тула. Годен до: 02.17.

ООО «Йодные технологии и маркетинг», г. Москва, годен до: 03.17.

РУП «Белмедпрепараты», г. Минск, годен до: 04.17.

ОАО «Флора Кавказа», Карачаево-Черкесская республика, станица Преградная, годен до: 07.15.

Пероксид водорода, содержащий 3% H₂O₂, относится к фармацевтическим препаратам, для которых концентрация с течением времени уменьшается, так как H₂O₂ активно окисляет примеси органических веществ, находящихся в воде, и разлагается под действием солнечного света. Поэтому его обычно хранят в склянках из темного стекла. Периодически концентрацию пероксида водорода необходимо контролировать. Перманганатометрическое титрование H₂O₂ проводят в кислой среде по уравнению:



$$M_{(1/5\text{KMnO}_4)} = 158,0 \cdot 1/5 = 31,61 \text{ г/моль}$$

В табл. 1 приведены результаты определения содержания пероксида водорода титрованием стандартизованным по щавелевой кислоте раствором перманганата калия. Молярная концентрация эквивалента раствора KMnO₄ равна 0,0471 моль/л.

В ходе йодометрического определения H₂O₂ реагирует с восстановленной формой редокс-системы I₃⁻/3I⁻ по уравнению: H₂O₂ + 3I⁻ + 2H⁺ = I₃⁻ + 2H₂O. Выделившийся в ходе реакции I₂ растворяется в избытке иодида калия с образованием комплекса I₃⁻, который затем оттитровывается 0,05 н. раствором тиосульфата натрия. Результаты йодометрического титрования исследуемых образцов пероксида водорода приведены в табл. 2.

Таблица 1

Результаты перманганатометрического анализа пероксида водорода

№ препарата	V ₁ (KMnO ₄), мл	V ₂ (KMnO ₄), мл	V ₃ (KMnO ₄), мл	V _{спед} (KMnO ₄), мл	ω, %
1	7,45	7,45	7,45	7,450	2,983
2	7,50	7,55	7,55	7,533	3,016
3	7,60	7,65	7,60	7,616	3,049
4	7,10	7,10	7,15	7,116	2,849

Таблица 2

Результаты йодометрического анализа пероксида водорода

№ препарата	V ₁ (Na ₂ S ₂ O ₃), мл	V ₂ (Na ₂ S ₂ O ₃), мл	V ₃ (Na ₂ S ₂ O ₃), мл	C (1/2H ₂ O ₂), моль/л	ω, %
1	17,15	17,10	17,10	0,0856	2,910
2	17,60	17,70	17,70	0,0888	3,020
3	17,65	17,60	17,60	0,0880	2,995
4	17,90	17,80	17,90	0,0893	3,036

Результаты экспериментальных данных соответствуют содержанию пероксида водорода во всех фармацевтических препаратах.

Список литературы

1. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. – 6-е изд. – М.: ГЕОТАР-Медиа, 2014. – 656 с.

КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ИХ РОЛЬ В МЕДИЦИНЕ

Неёлова О.В., Бокиева Д.Т.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Роль комплексных соединений в жизнедеятельности живых организмов огромна. Организм представляет систему, состоящую из множества комплексообразователей и лигандов, с определенным соотношением между ними. Нарушение баланса компонентов (металло-лигандного гомеостаза) приводит к развитию патологических состояний. Поэтому изучение процессов взаимодействия «металл-лиганд» является ключом к поиску новых лекарственных средств. В процессах обмена веществ фундаментальную роль играет биокатализ, в котором принимают участие металлоферменты, представляющие собой биок комплексы Fe, Co, Mn, Zn, Mo, Mg, Cu, Cr. Ферменты – уникальные катализаторы, обладающие непревзойденной эффективностью действия и высокой селективностью. Биок комплексы различаются по устойчивости. Одни из них настолько прочны, что постоянно находятся в организме и выполняют определенную функцию. Примерами таких соединений является хлорофилл, полифенилоксидаза, витамин B₁₂, гемоглобин и некоторые металлоферменты (специфические ферменты). Роль металлов таких комплексов высокоспецифична: замена его даже на близкий по свойствам элемент приводит к значительной или полной утрате физиологической активности. Ферменты, синтезируемые на период выполнения определенной функции, в которой ион металла выполняет роль активатора и может быть заменен ионом другого металла без потери физиологической активности, относятся к неспецифичным ферментам. В настоящее время известно и изучено около 700 различных ферментов, 25% которых составляют металлоферменты.

Важнейшим классом бионеорганических комплексов металлов являются транспортные комплексы, в которых один или несколько атомов металла связаны с атомами азота, кислорода или серы белковых молекул, выступающие в роли полидентатных лигандов. Одним из основных переносчиков ионов металлов в человеческом организме является низкомолекулярный белок *металлотнионин* (M_r=6500), содержащий большое число цистеиновых фрагментов. Один моль металлотнионина способен перенести 7-12 моль таких жизненно необходимых элементов, как Zn, Cu и Se. При отравлениях тяжелыми металлами (Cd, Hg, Pb, Ag, As) данный белок выполняет защитную функцию, связывая их в прочные и относительно малотоксичные комплексы. Железосодержащий белок *трансферрин* выполняет преимущественно транспортные функции. Несмотря на сравнительно низкое содержание железа (2 моль ионов Fe³⁺ на одну молекулу белка), трансферриновые комплексы обеспечивают высокую скорость тканевого обмена данного элемента и являются важными переносчиками железа.

Изучение бионеорганических комплексов дает важную информацию об особенностях их метаболизма и позволяет разрабатывать эффективные способы коррекции заболеваний, связанных с недостатком

(или, наоборот, с избытком) тех или иных элементов в человеческом организме.

Применение комплексных соединений в медицине и фармации связано также с их использованием в методах качественного и количественного анализа – в комплексонометрии. Широкое распространение получила комплексонометрия в медико-биологических исследованиях. Этот метод необходим для определения в живых организмах кальция, магния и многих микроэлементов. Комплексонометрия применяется в анализе лекарственного сырья, питьевых, минеральных и сточных вод. В биологии и медицине комплексоны используются не только в аналитических целях, но и в качестве стабилизаторов при хранении крови, так как комплексоны связывают ионы металлов, катализирующих реакции окисления. Комплексоны применяются также для выведения из организма ионов токсичных металлов (Pb²⁺, Cd²⁺, Hg²⁺ и др.), радиоактивных изотопов и продуктов их распада.

Список литературы

1. Киселев Ю.М. Химия координационных соединений / Ю.М. Киселев, Н.А. Добрынина. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с.
 2. Биометаллоорганическая химия / Под ред. Ж. Жауэна. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 494 с.
 3. Скопенко В.В. Координационная химия / В.В. Скопенко, А.Ю. Цивадзе, Л.И. Савранский, А.Д. Гарновский. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 487 с.
 4. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. Учебник для медицинских вузов. / Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд и др.; под ред. Ю.А. Ершова, 8 изд. – М.: Высшая школа, 2010. – 560 с.
 5. Слесарев В.И. Химия: Основы химии живого. – СПб: Химиздат, 2007. – 784 с.

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБРАЗЦОВ ШКОЛЬНОГО МЕЛА

Неёлова О.В., Гузитаева М.Ф.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Соединение, формула которого CaCO₃, представлено бесконечным многообразием форм, как в живой, так и неживой природе. Условно считается, что химическая формула мела соответствует формуле карбоната кальция CaCO₃. Однако реальный состав мела отличается от состава кальциевой соли угольной кислоты. Целью работы является изучение литературных данных по методам качественного и количественного анализа карбоната кальция в школьном меле и проведение химического анализа мела на подтверждение его состава. Для исследования были выбраны два образца школьного мела разных производителей: ООО «Эликонт», г. Белгород и Марке Привате, №19, Китай.

Навеску образцов мела растворяли в 2 М растворе хлороводородной кислоты, при этом наблюдали бурное выделение углекислого газа. После завершения реакции содержимое фильтровали через наиболее плотный фильтр «синяя лента» в мерную колбу. Нерастворившийся остаток промывали дистиллированной водой и высушивали до постоянной массы при температуре 100-120°C. Рассчитывали массовую долю нерастворившегося в HCl остатка в образцах мела.

Определение содержания кальция проводили комплексонометрическим титрованием в щелочной среде при pH=12 стандартным 0,05 н. раствором комплексона III с индикатором мурексидом. В точке эквивалентности наблюдали изменение окраски из розово-малиновой в фиолетовую. В таблице приведены результаты анализа исследованных образцов мела.

Результаты анализа образцов школьного мела

Марка мела и изготовитель	ω (примесей), %	ω (Ca^{2+}), %	ω (CO_2), %
ООО «Эликонт» г.Белгород	6,07	37,6	56,33
Марке Привате, №19, Китай	4,79	38,2	57,01

Список литературы

1. Основы аналитической химии. Практическое руководство: Учеб. пособие для вузов/ В.И. Фадеева, Т.Н. Шеховцова, В.М. Иванов и др.; Под редакцией Ю.А. Золотова. – 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2003. – 463 с.

КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Неёлова О.В., Кочиева Д.Г.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Кондуктометрия – это совокупность электрохимических методов анализа, основанных на измерении электропроводности растворов. Главными достоинствами кондуктометрии являются высокая чувствительность (определяемые концентрации $\sim 10^{-4}$ – 10^{-5} моль/л), достаточно высокая точность (погрешность определения 0,1–2%), простота методик, доступность аппаратуры, возможность исследования окрашенных и мутных растворов, а также автоматизации анализа. Кондуктометрия включает прямые методы анализа и косвенные с применением постоянного или переменного тока (низкой и высокой частоты), а также хронокондуктометрию, низкочастотное и высокочастотное титрование [1].

В прямой кондуктометрии непосредственно определяют концентрацию электролита по величине удельной электропроводности его раствора (если между этими величинами имеется линейная зависимость). В случае концентрированных растворов необходимо строить градуировочные графики. Прямая кондуктометрия позволяет решать многие практические задачи и осуществлять непрерывный контроль производства.

Кондуктометрию используют для контроля процесса очистки воды и, в частности, для контроля качества дистиллированной воды, оценки загрязненности сточных вод, при оценке качества питьевой воды, при определении общего содержания солей в минеральной, морской и речной воде. Используя экстракцию дистиллированной водой, определяют чистоту мало-растворимых осадков или органических препаратов. Определение электропроводности – это один из методов контроля качества пищевых продуктов: молока, вин, различных напитков, кофе, чая.

Методом прямой кондуктометрии проведен сравнительный анализ ряда напитков: минеральных вод отечественного и зарубежного производства, сладких газированных напитков, соков и нектаров. Разработана методика определения массовой доли поваренной соли в различных рассолах.

Список литературы

1. Васильев В.П. Аналитическая химия. Книга 2. Физико-химические методы анализа. – 5-е изд. – М.: Дрофа, 2005. – 383 с.

БУФЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ РОЛЬ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗМА

Неёлова О.В., Мсоева А.А.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Организм можно определить как физико-химическую систему, существующую в окружающей среде

в стационарном состоянии. Для обеспечения стационарного состояния у всех организмов выработались разнообразные анатомические, физиологические и поведенческие приспособления, служащие одной цели – сохранению постоянства внутренней среды. Это относительное динамическое постоянство внутренней среды (крови, лимфы, тканевой жидкости) и устойчивость основных физиологических функций организма человека и животных называется гомеостазом.

Этот процесс осуществляется преимущественно деятельностью лёгких и почек за счёт дыхательной и выделительной функции. В основе гомеостаза лежит сохранение кислотно-основного баланса. Для нормальной жизнедеятельности большинства клеток необходимы достаточно узкие пределы pH (6,9 – 7,8), и организм вынужден постоянно осуществлять нейтрализацию образующихся кислот. Этот процесс выполняют буферные системы, которые связывают избыток ионов водорода и контролируют их дальнейшие перемещения в организме. Буферные системы играют очень важную роль, т.к. в результате различных метаболических процессов в организме постоянно образуются различные кислоты, которые сразу же нейтрализуются буферными системами: гидрокарбонатной, фосфатной, белковой и гемоглобиновой.

Главной буферной системой организма является гидрокарбонатный буфер, состоящий из H_2CO_3 и NaHCO_3 . При pH около 7,4 в организме преобладает гидрокарбонат-ион, и его концентрация может в 20 раз превышать концентрацию угольной кислоты. По своей природе угольная кислота очень нестойкая и сразу же после образования расщепляется на углекислый газ и воду. Реакции образования и последующего быстрого расщепления угольной кислоты в организме настолько совершенны, что им часто не придают особого значения. Эти реакции катализируются ферментом карбоангидразой, который находится в эритроцитах и в почках. Особенностью гидрокарбонатной буферной системы состоит в том, что она открыта. Избыток ионов водорода связывается с гидрокарбонат-ионом, образующийся при этом углекислый газ стимулирует дыхательный центр, вентиляция лёгких повышается, а излишки углекислого газа удаляются при дыхании. Так в организме поддерживается баланс pH. Чем больше в клетках образуется ионов водорода, тем больше расход буфера. На этом этапе метаболизма подключаются почки, которые выводят избыток ионов водорода, и количество гидрокарбоната в организме восстанавливается.

Фосфатный буфер может действовать как в составе органических молекул, так и в качестве свободных ионов. Одна его молекула способна связывать до трёх катионов водорода. Белки могут присоединять к своей полипептидной цепочке как кислотные, так и основные группы.

Буферная ёмкость белковой буферной системы может охватывать широкий диапазон pH. В зависимости от имеющейся величины pH она может связывать как гидроксильные группы, так и ионы водорода. Третья часть буферной ёмкости крови приходится на гемоглобин. Каждая молекула гемоглобина может нейтрализовать несколько ионов водорода. Когда кислород переходит из гемоглобина в ткани, способность гемоглобина связывать ионы водорода возрастает

и наоборот: когда в лёгких происходит оксигенация гемоглобина, он теряет присоединённые ионы водорода. Освободившиеся ионы водорода реагируют с гидрокарбонатом, и в результате образуется углекислый газ и вода. Образовавшийся углекислый газ удаляется из лёгких при дыхании.

Буферные свойства гемоглобина обусловлены соотношением восстановленного гемоглобина (ННб) и его калиевой соли (КНб). В слабощелочных растворах, каким является кровь, гемоглобин и оксигемоглобин имеют свойства кислот и являются донорами H^+ или K^+ . Эта система может функционировать самостоятельно, но в организме она тесно связана с гидрокарбонатной. Когда кровь находится в тканевых капиллярах, откуда поступают кислые продукты, гемоглобин выполняет функции основания: $KHb + H_2CO_3 \leftrightarrow NNb + KHCO_3$. В легких гемоглобин, напротив, ведет себя, как кислота, предотвращая защелачивание крови после выделения углекислоты.

Таким образом, механизм регуляции кислотно-основного равновесия крови в целостном организме заключается в совместном действии внешнего дыхания, кровообращения, выделения и буферных систем.

Список литературы

1. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия: Учебник / Под ред. акад. РАМН С.С. Дебова. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Медицина, 1990. – 528 с.

2. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: Учебник для медицинских вузов // Ю.А.Ершов, В.А.Попков, А.С.Берлянд и др. Под ред. Ю.А.Ершова, 8 изд. – М.: Высшая школа, 2010. – 560 с.

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ИХ БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ

Неёлова О.В., Созанова С.В.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Процессы обмена веществ, дыхания, гниения, брожения, фотосинтеза являются окислительно-восстановительными процессами (ОВП). В живых организмах, вследствие наличия многочисленных мембран, направленного транспорта веществ и прохождения различных ОВП между его частями, возникает разность зарядов, называемая биопотенциалами. По своей природе биопотенциалы могут быть диффузными, мембранными и редокс-потенциалами. Мембранный потенциал имеет ионную природу, а редокс-потенциал – электронную природу. Биопотенциалы играют важнейшую роль в направленном транспорте веществ, работе мембранных систем, процессах биосинтеза, выделения и запасаения энергии. Выделение и запасаение организмом энергии тесно связано с процессами окисления и восстановления. Биопотенциалы являются качественной и количественной характеристикой направления, глубины и интенсивности протекания биохимических процессов. Поэтому регистрация биопотенциалов органов и тканей широко применяется в клинической практике при изучении их деятельности, в частности, при диагностике сердечно-сосудистых заболеваний снимают электрокардиограмму, при измерении биопотенциалов мышц снимают электромиограмму. Регистрация потенциалов мозга – энцефалография – позволяет судить о патологических нарушениях нервной системы. Источником энергии жизнедеятельности клеток служит мембранный потенциал, равный 80 мВ, обусловленный возникновением ионной асимметрии, т.е. неодинаковым распределением по обе стороны мембраны катионов и анионов.

Важными процессами в организмах являются реакции ферментативного окисления веществ-суб-

стратов: углеводов, жиров, аминокислот. В результате этих процессов организмы получают большое количество энергии. Приблизительно 90% всей потребности взрослого мужчины в энергии покрывается за счет энергии, вырабатываемой в тканях при окислении углеводов и жиров. Остальную часть энергии ~10% дает окислительное расщепление аминокислот.

Все биохимические ОВП, скорость и глубина которых контролируется организмом, протекают под действием ферментов – оксидоредуктаз, которые делятся на кофакторы и коферменты и могут быть и окислителями и восстановителями [1]. Системы с более низким окислительно-восстановительным потенциалом отдают электроны, с высоким – их принимают. Электроны переносятся по дыхательной цепи ферментов постепенно с нарастанием редокс-потенциала. В качестве переносчиков электронов в дыхательную цепь митохондрий входят различные белки, содержащие разнообразные функциональные группы, которые предназначены для переноса электронов. По мере продвижения по цепи от одного интермедиата к другому электроны теряют свободную энергию. На каждую пару электронов, переданных по дыхательной цепи кислороду, синтезируется три молекулы АТФ. Свободная энергия, высвобождающаяся при переносе двух электронов на кислород, составляет 220 кДж/моль.

В течение жизни человек подвергается воздействию различных вредных внешних факторов – плохая экология, неправильное и зачастую некачественное питание, употребление некачественной питьевой воды, стрессовые ситуации, курение, злоупотребление алкоголем, употребление лекарственных препаратов, болезни и многое другое. Все эти факторы способствуют разрушению окислительно-восстановительной системы регуляции организма, в результате чего процессы окисления начинают преобладать над процессами восстановления, защитные силы организма и функции жизненно важных органов человека начинают ослабевать и уже не в состоянии самостоятельно противостоять различного рода заболеваниям. Замедлить преобладание окислительных процессов над восстановительными процессами возможно с помощью антиокислителей (антиоксидантов). Нормализовать баланс окислительно-восстановительной системы регуляции (с тем, чтобы укрепить защитные силы организма и функции жизненно важных органов человека и позволить организму самостоятельно противостоять различного рода заболеваниям) возможно с помощью антиоксидантов. Чем сильнее антиоксидант, тем более ошутим его противоокислительный эффект. Многочисленные исследования показали, что аскорбиновая кислота является эффективным антиоксидантом, выступая в качестве донора электронов в таких процессах, как гидроксилирование коллагена, биосинтез карнитина и норадреналина, метаболизм тирозина и аминирование гормонов.

Список литературы

1. Общая и биорганическая химия: учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования // И.Н. Аверцева [и др.]; под ред. В.А. Попкова, А.С. Берлянда. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 368 с.

ГЕТЕРОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ, ИХ БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ И ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ

Неёлова О.В., Хугаева А.И.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Гетерогенные процессы имеют важное значение в процессах жизнедеятельности организма и по-

звоняют понять механизм формирования вещества костной ткани, действие кальциевого буфера, физико-химические основы развития таких заболеваний, как мочекаменная болезнь, рахит, подагра и др., а также обосновать ряд терапевтических мероприятий и диагностических методов исследования. Глубокое понимание закономерностей образования и растворения малорастворимых солей в организме человека необходимо будущему врачу.

В организме человека образование костной ткани это наиболее важный гетерогенный процесс с участием неорганических соединений. Основным минеральным компонентом костной ткани является гидроксофосфат кальция $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ [1]. Наряду с кристаллическим гидроксофосфатом кальция в состав костной ткани входит аморфный фосфат кальция $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, придающий гибкость костной ткани, содержание которого с возрастом уменьшается. Образованию $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ способствует слабощелочная среда ($\text{pH} \approx 8,3$); в более кислой среде происходит процесс деминерализации. При образовании костной ткани зуба наряду с гидроксофосфатом кальция в эмали зуба образуется и фторидфосфат кальция $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$, менее растворимое и механически более прочное соединение. Кроме того, повышенная концентрация ионов кальция в слюне (одноименный ион) приводит к его стабилизации. Причиной кариеса является растворение гидроксофосфата кальция под действием кислот, содержащихся в слюне. Поскольку $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ более устойчив к действию кислот необходимо применять зубные пасты, содержащие ионы Ca^{2+} и F^- , стабилизирующие эмаль зуба.

Костная ткань взрослого человека находится в стационарном состоянии. Ежедневный обмен кальция в составе костной ткани составляет 0,7-0,8 г. Полная перестройка костной ткани осуществляется приблизительно каждые 10 лет. Поддержание в организме концентрации ионов кальция на постоянном уровне (2,25-2,75 ммоль/л) обеспечивают костная ткань и плазма крови. Эту систему нужно рассматривать как кальциевый буфер, функционирование которого регулируется гормонами. При понижении концентрации ионов кальция в крови активируется резорбция (рассасывание) костной ткани специальными клетками – остеокластами. При этом в межклеточном веществе образуются органические кислоты, в основном, молочная, способствующие растворению фосфатов кальция. При повышении концентрации ионов кальция уменьшается число остеокластов, угнетается резорбция костной ткани и активируется минерализация.

Механизм гетерогенных процессов лежит в основе и ряда патологических состояний. Кроме фосфатов ионы кальция в условиях организма образуют и другие малорастворимые соединения. Например, образование карбоната кальция CaCO_3 является причиной атеросклеротического кальциноза. Развитию мочекаменной болезни способствует образование оксалата кальция CaC_2O_4 , фосфата аммония магния NH_4MgPO_4 , карбонатфосфата кальция $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, мочевой кислоты и ее солей.

Костная ткань способна к изоморфному замещению ионов ее компонентов в узлах кристаллической решетки на другие компоненты. Явление изоморфизма может служить причиной ряда патологий. Так конкурентное замещение кальция на стронций, образующий менее растворимое соединение $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ приводит к развитию стронциевого рахита, вызывающего хрупкость костей. Замещение кальция на бериллий вызывает бериллоз – размягчение костей.

Гетерогенные процессы используются и для коррекции некоторых патологических состояний. Напри-

мер, реакции осаждения используют при отравлении шавелевой кислотой или ее солями, вводя в качестве антидота раствор CaCl_2 , при отравлении солями бария промывают желудок раствором MgSO_4 . Реакции растворения осадков применяют реже. Например, лечение подагры и мочекаменной болезни проводят солями лимонной кислоты, виннокаменной кислоты и ее солями, солями лития. Некоторые малорастворимые соединения используют в фармакотерапии. Их действие основано на совмещении гетерогенного и протолитического равновесий. Гидроксид алюминия, составляющий его основу, является антацидным средством. Растворение гидроксида алюминия прекращается при $\text{pH}=4$, что предотвращает полную нейтрализацию желудочного содержимого. При этом переваривающая активность уменьшается, но не прекращается. Нерастворившаяся часть $\text{Al}(\text{OH})_3$ оказывает обволакивающее и адсорбирующее действие.

Список литературы

1. Общая и биорганическая химия: учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / И.Н. Аверцева [и др.]; под ред. В.А. Попкова, А.С. Берлянда. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 368 с.

ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Неёлова О.В., Чеджемова Н.С.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ,
e-mail: 79194271044@yandex.ru

В основе потенциометрических измерений лежит зависимость равновесного потенциала электрода от активности (концентрации) определяемого иона. Для измерений необходимо составить гальванический элемент их подходящего индикаторного электрода и электрода сравнения. Потенциал электрода E связан с активностью или концентрацией веществ, участвующих в электродном процессе, уравнением Нернста:

$$E = E^0_{\text{Ox/Red}} + (0,059/z) \cdot \lg([\text{Ox}]/[\text{Red}]),$$

где $E^0_{\text{Ox/Red}}$ – стандартный окислительно-восстановительный потенциал, т.е. потенциал окислительно-восстановительного электрода при температуре 298 К, давлении 101,325 кПа и активности окисленной и восстановленной форм, равных 1 моль/л; z – число электронов, участвующих в окислительно-восстановительной реакции [1].

Потенциометрические методы анализа делятся на прямую потенциометрию (ионометрию) и потенциометрическое титрование. Методы прямой потенциометрии основаны на прямом применении уравнения Нернста для нахождения активности или концентрации участника электродной реакции по экспериментально измеренной ЭДС цепи или потенциалу соответствующего электрода. При потенциометрическом титровании точку эквивалентности определяют по резкому изменению (скачку) потенциала вблизи точки эквивалентности. Наибольшее распространение среди прямых потенциометрических методов получил метод определения pH , хотя создание в последнее время надежно работающих ионоселективных электродов значительно расширило практические возможности прямых методов. Прямые потенциометрические методы часто стали называть ионометрическими методами анализа или ионометрией. Эта группа методов интенсивно развивается в связи с успехами в конструировании и улучшении качества ионоселективных электродов, позволяющих проводить быстро и точно определение концентрации ионов и обладающих рядом других достоинств.

Потенциометрическое титрование проводят в тех случаях, когда химические индикаторы использовать нельзя или при отсутствии подходящего индикатора.

При кислотно-основном титровании используют стеклянный электрод и хлорсеребряный электрод сравнения. Поскольку стеклянный электрод чувствителен к изменениям pH среды, при их титровании на потенциометре регистрируются изменения pH среды. Кислотно-основное потенциометрическое титрование с успехом применяют при титровании слабых кислот и оснований. Потенциометрическое титрование – один из наиболее употребляемых методов инструментального анализа вследствие простоты, доступности, селективности и широких возможностей.

В работе проведено экспериментальное определение величины pH на pH-метре (pH-150 МИ) образцов соков, вин, молочных продуктов. Результаты испытаний приведены в таблице.

Планируя работу по введению дифференцированного подхода обучения, необходимо исходить из того, что инновационные идеи состоят в построении индивидуализированных систем усвоения нового материала, превращений знаний в инструмент творческого освоения мира, во включении научно исследовательской, творческой, поисковой деятельности в процессе обучения.

Для создания программы следует выбрать крупную тему или раздел, разбить на теоретическую и практическую части, и, в зависимости от их объема, распределить часы и изучать раздельно. Это позволит проходить первую (теоретическую) часть темы быстро, и создавать целостное представление о ней. Практические задания при этом выполняются на ба-

Результаты измерений величины pH в напитках

№ п/п	Название и окраска жидкого образца	pH (t°=20°C)
1	Nestea «Черный чай» (прозрачно-коричневый)	3,77
2	Молочный коктейль (мутно-розовый)	4,21
3	«Моя семья» мультифрукт (мутно-оранжевый)	3,30
4	Сок «Любимый» гранат (прозрачно-красный)	3,08
5	Сок «Мой» персик (мутно-желтый)	3,21
6	Сок «Сочная долина» ананас (мутно-светло-желтый)	3,35
7	Вино «Изабелла» (темно-красное)	2,94
8	Вино домашнее (мутно-красно-коричневое)	3,87

Данный метод позволяет определить pH в окрашенных и мутных системах.

В работе проведено определение титруемой кислотности пива и кислотности молока и кисломолочных продуктов [2]. Кислотность этих продуктов, обусловленную присутствием органических кислот и кислых солей, определяли методом потенциометрического титрования с применением в качестве титранта 0,1 М раствора гидроксида натрия.

Список литературы

1. Васильев В.П. Аналитическая химия. Книга 2. Физико-химические методы анализа. – 5-е изд. – М.: Дрофа, 2005. – 383 с.
 2. Коренман А.И. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов. – Книга 3. Электрохимические методы анализа. – М.: Колос, 2005. – 232 с.

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ПРОЦЕССУ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Павленко А.С., Гаева А.А., Бигаева И.М.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Современное общество находится на пути бурного научно-технического прогресса. Этот факт ставит новые задачи перед высшей школой в ходе подготовки специалистов. Чтобы достичь высоких результатов, необходимо совершенствовать и находить новые методы обучения, опираясь на федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень бакалавриата) [1].

В настоящее время наиболее перспективной и эффективной педагогической технологией обучения химии остается дифференцированный подход обучения, основанный на личностно-ориентированном характере образования. Эта технология активно используется в подготовке бакалавров химии на факультете химии, биологии и биотехнологии Северо-Осетинского государственного университета имени Коста Левановича Хетагурова (СОГУ).

Это позволяет лучше освоить основные понятия, общие законы, а также сформировать общепрофессиональные (ОПК) и профессиональные (ПК) компетенции, такие как:

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации (ОПК-5);
- способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам (ПК-1);
- владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2);
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3);
- способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов (ПК-4);
- владение навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций (ПК-6);
- способность использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач (ПК-8);
- владение навыками расчета основных технических показателей технологического процесса (ПК-9).

Использование технологии дифференцированного обучения на занятиях по химии в СОГУ можно сделать выводы о том, что данная технология имеет как положительные, так и отрицательные стороны.

Анализ результатов исследования позволяет сделать вывод, что повышению качества и результативности учебного процесса способствует более широкое использование дифференцированного обучения:

- использование разноуровневых заданий при даче домашнего задания;
- использование заданий, проверяющих различные виды деятельности;
- усиление внимания к выявлению ошибочных представлений учащихся, установлению причин их возникновения и разработке корректирующих методик;
- расширение интеграции естественнонаучных знаний, полученных при изучении различных предметов, и разработка единых подходов к формированию основных естественнонаучных понятий, изучаемых в различных курсах.

Список литературы

1. Зайцев О.С. Практическая методика обучения химии в средней и высшей школе. – М.: КАРТЭК, 2012. – 469 с.
2. Приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 N210 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень бакалавриата)» (Зарегистрировано в Минюсте России 07.04.2015 N 36766).

ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Таболова И.В., Цопанова Е.И.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ,
e-mail: 79194271044@yandex.ru

Питание является одним из основных условий существования человека, а проблема питания – одной из основных проблем человеческой культуры. Количество, качество, ассортимент потребляемых пищевых продуктов, своевременность и регулярность приема пищи решающим образом влияют на человеческую жизнь во всех ее проявлениях. Именно пища, которую мы принимаем, обеспечивает развитие и постоянное обновление клеток и тканей организма, является источником энергии, которую наш организм тратит не только при физических нагрузках, но и в состоянии покоя. Необходимо знать важнейшие компоненты продуктов питания, чтобы представить те сложные превращения, которые происходят при получении пищи. Это поможет более правильно оценить качество потребляемых продуктов, осмысленнее подходить к своему питанию, сохранить свое здоровье [2].

Цель работы – изучить химические вещества, входящие в состав пищевых продуктов и их роль для организма человека.

Химические составляющие пищевых продуктов очень разнообразны, и их условно можно разделить на две большие группы: макрокомпоненты и микрокомпоненты.

Макрокомпоненты входят в состав практически всех пищевых продуктов. Перечислим вещества, включаемые в данную категорию:

- белки (собственно протеины, являющиеся высокомолекулярными веществами – полимерами аминокислот по своей химической сути, а также свободные аминокислоты и пептиды);
- жиры (триглицериды – сложные эфиры жирных кислот и глицерина, различающиеся по расположению жирных кислот и их составу);
- углеводы (олигомерные и полимерные – декстрины, крахмал, а также дисахариды и моносахариды – глюкоза, сахароза, фруктоза и т.п.);
- С химической точки зрения к макрокомпонентам, содержащимся в составе продуктов питания, относятся и вода. К микрокомпонентам принято относить нижеперечисленные вещества:
 - минеральные вещества (макроэлементы: натрий, калий, кальций, фосфор, хлор, сера и т.п.; микроэлементы: марганец, железо, цинк, молибден, хром, селен и т.п.);
 - биологически активные соединения (витамины и витаминоподобные вещества, пищевые волокна, органические кислоты, флавоноиды, фитостерины и пр.).

Представители обеих рассмотренных групп имеют свое значение. Так, макрокомпоненты (главным образом углеводы и жиры, гораздо реже – белки) требуются человеческому организму в качестве источника энергии. Кроме того, углеводы, белки и жиры выполняют пластическую функцию, иными словами, являются строительным материалом для обновления и роста [1].

Для организма наиболее полезны белки, сходные по содержанию в них различных аминокислот с белками тканей и органов. Так, например, если сравнить содержание аминокислот в яичном белке и в яичном желтке, то оказывается, что желток значительно ближе к животному организму, а потому он считается более полноценным. Одним из продуктов, содержащих необходимые белки, является молоко. Наиболее ценны молочные жиры, входящие в состав молока и молочных продуктов – сливочного масла, сливок, сметаны, а также жир, входящий в состав яичного желтка. Источниками углеводов в питании служат главным образом продукты растительного происхождения – хлеб, крупы, картофель, овощи, фрукты, ягоды. Запасы гликогена в дальнейшем снова расщепляются в организме до сахара и поступают в кровь и ткани [4].

Микрокомпоненты участвуют в физиологических реакциях организма (характерно для витаминов и минеральных веществ), формирование электрического потенциала на клеточной мембране (это область действия минералов), передача наследственной информации (за нее отвечают нуклеотиды) и прочие функции [3].

Энергетическая ценность или калорийность пищевых продуктов – это параметр, характеризующий количество высвобождаемой энергии при полном усвоении и утилизации вещества, имеющий такое же значение, как и химический состав продуктов питания. В настоящее время диетологи и ученые расходятся в том, какое соотношение белков, жиров и углеводов следует считать нормальным. Общепринятыми считаются следующие нормы: 55-60% углеводы, 15% белки и 25-30% жиры. К не слишком здоровым можно отнести диеты, предполагающие слишком частое потребление высокоуглеводных продуктов, вызывающих резкие скачки уровня сахара в крови; содержащие очень высокий или низкий процент белков (например, несбалансированные вегетарианские); а также диеты с высоким содержанием жиров. Чтобы не навредить своему здоровью, сохраните привычное соотношение, одинаково сократив потребление, как углеводов, так и жиров.

Таким образом, на основании вышеизложенного нами были сделаны следующие выводы:

1. Достаточная, но не избыточная калорийность рациона. Количество потребляемых калорий должно покрывать энергозатраты человека (которые, в свою очередь, зависят от пола, возраста и образа жизни, в том числе от характера труда). Вредит здоровью как недостаточная, так и избыточная калорийность рациона.

2. Правильное соотношение основных компонентов питания (белков, жиров, углеводов). В среднем соотношение количества употребляемых белков, жиров и углеводов должно составлять 1:1:4, при больших физических нагрузках – 1:1:5, для работников умственного труда – 1:0.8:3.

3. Должна покрываться (но, опять же, без избытка) потребность организма в основных пищевых веществах (в первую очередь – незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины, микроэлементы, минеральные вещества, вода), обеспечиваться их правильное соотношение.

Список литературы

1. Артеменко А.И. Органическая химия и человек. – М.: Просвещение, 2007.
2. Пичугина Г.В. Повторяем химию на примерах из повседневной жизни, 2009.
3. Курычая М.А. Химия создающая, химия разрушающая. – М.: Изд-во «Химия», 2008.
4. Николаев А. Химия вокруг нас. – М.: Просвещение, 2009.

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ

Таучелова З.В., Агаева Ф.А.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

На современном этапе вопросы традиционного взаимодействия окружающего мира с человеком выросли в экологическую проблему. В связи с этим в нашей стране много делается для становления и развития экологического образования и воспитания студентов, которое будет способствовать формированию экологического мышления и отношения к окружающему миру. Разработана система по формированию экологического мышления, созданы эколого-биологические кружки, организуются акции и мероприятия, проводятся массовые природоохранные компании, экологические операции, организованы научно-исследовательские работы, но, при этом проблема остаётся: экологическое мышление недостаточно сформировано.

Совершенно ясно, что человек занимался экологической деятельностью с самого своего возникновения на Земле. Она последовательно видоизменялась в соответствии с этапами развития экологической культуры в целом и, таким образом, в настоящее время должна соответствовать новому типу экологической культуры и всем ее подсистемам, и прежде всего современному уровню экологического мышления.

Особую роль в формировании экологического мышления у студентов играют экологическое образование и воспитание. Они призваны развивать экологическое мировоззрение, экологическую нравственность и экологическую культуру личности. Экологическое образование предполагает формирование убежденности каждого в объективной необходимости сохранять созданные природой и человеком ценности. Уровень экологической культуры личности определяется пониманием социальной значимости экологических проблем, их связи с политическими, социально-экономическими задачами человечества и отдельно взятой личностью, поэтому в учебно-воспитательном процессе должно быть обеспечено формирование основ экологического мировоззрения и его действительного осуществления.

Для формирования экологического мышления студентов в Северо-Осетинском государственном университете имени К.Л. Хетагурова (СОГУ) работа ведется по трем направлениям: 1) формирование адекватных экологических представлений; 2) бережное отношение к природе; 3) формирование системы технологий и стратегий взаимодействия с природой.

ЛЕЧЕБНОЕ ДЕЙСТВИЕ ЙОДОБРОМНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Толпарова В.А., Кубалова Л.М.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Ионы йода и брома обычно встречаются в хлоридных натриевых минеральных водах. Для лечебных целей используются минеральные воды, которые

содержат не менее 10 мг/дм³ йода и не менее 25 мг/дм³ брома при общей минерализации воды – не более 10-12 г/дм³. Кроме природных используются также искусственные йодобромные минеральные ванны, содержащие йодид натрия и бромид калия (натрия). В процессе погружения больного в йодобромную минеральную воду через кожу в организм поступает 140-190 мкг йода и 0,28-0,30 мг брома, которые избирательно накапливаются в щитовидной железе, гипофизе и гипоталамусе. Благодаря своей летучести ионы йода с поверхности ванны легко проникают в организм через верхние дыхательные пути. В результате изменения микроокружения нервных проводников кожи и возбуждения хеморецепторов кровеносных сосудов наблюдаются системные реакции в системе кровообращения и дыхания. Это приводит к снижению мышечного тонуса, артериального давления, частоты сердечных сокращений, избирательному возрастанию кровотока в почках, печени, селезенке.

Ионы йода, поступающие в щитовидную железу, приводят к образованию органических веществ (аддуктов) и физиологически активных тиреоидных гормонов – тироксина и трийодтиронина, способствуя восстановлению основного обмена в организме. Кроме того, ионы йода повышают угнетенную при атеросклерозе фибринолитическую активность крови, понижают ее коагуляционные свойства, а также стимулируют образование антител и уменьшают степень аллергизации организма. Ионы брома, поступая в головной мозг, изменяют соотношение процессов торможения и возбуждения в коре головного мозга, усиливая процессы торможения. Основные лечебные эффекты йодобромных минеральных ванн – противовоспалительный, транквилизирующий, седативный, метаболический, секреторный.

Таким образом, йодобромные минеральные воды обладают выраженными лечебными эффектами при заболеваниях сердечно – сосудистой системы, центральной и периферической нервных систем, а также заболеваниях кожи.

Список литературы

1. Молчанов Г.И., Бондаренко Н.Г., Дегтярева И.Н., Кубалова Л.М., Молчанов А.А. Санаторно-курортное дело: Учебник / под ред. Г.И. Молчанова. – М.: Альфа-М, 2010. – 400 с.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ СТАНДАРТИЗАЦИИ МЯГКОЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ФОРМЫ – ИСТОЧНИКА АНТИОКСИДАНТОВ

Царахов О.А., Царахова Л.Н.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: 79194271044@yandex.ru

Особый интерес представляет разработка и внедрение в стоматологическую практику высокоэффективных препаратов комбинированного действия с минимальными побочными эффектами, действующих на различные звенья патогенеза, позволяющие сократить традиционные сроки терапии.

Целью работы является разработка методов стандартизации стоматологического геля на основе фитоконпозиции шалфея лекарственного и ромашки аптечной, содержащей антиоксиданты природного происхождения.

Полученный гель представляет собой однородную полупрозрачную гелеобразную массу светло-коричневого цвета, с красноватым оттенком, со слабым характерным запахом, слегка вяжущим вкусом.

Стандартизацию полученного геля производили по органолептическим показателям, показателю рН (6,5-7,5), вязкости (30,0±5,0 Па·с), содержанию фла-

воноидов (не менее 0,1%), дубильных веществ (не менее 0,4%) и сухому остатку (не менее 3%).

Бактериостатическую активность полученного геля проводили методом «колодець». Критерием оценки служила способность геля подавлять рост колоний микроорганизма вокруг «колодца» путем диффузии действующих веществ в питательную среду. Так было выявлено бактериостатическое действие полученного геля в отношении патогенных и условно-патогенных микроорганизмов.

Биофармацевтические исследования геля *in vitro* методом диализа через полупроницаемую мембрану показали, что высвобождение суммы действующих веществ достигает максимума через 40–45 минут, что позволяет использовать данную лекарственную форму в виде аппликаций.

Список литературы

1. Чониашвили, Д.З. Фармакотехнологическое исследование стоматологического геля на основе антиоксидантов природного происхождения / Д.З. Чониашвили, Л.Н. Царахова, О.А. Царахов // Актуальные проблемы управления здоровьем населения: Сборник научных трудов. Выпуск VIII, 2015., г. Нижний Новгород, 2015. – С. 176-178.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ СТАНДАРТИЗАЦИИ ЭКСТРАКЦИОННОГО ПРЕПАРАТА КАК ИСТОЧНИКА АНТИОКСИДАНТОВ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Царахов О.А., Царахова Л.Н.

*ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ,
e-mail: 79194271044@yandex.ru*

Учитывая особенности патогенеза гнойно-воспалительных заболеваний полости рта, привлекают внимание лекарственные средства, относящиеся к классу антиоксидантов. В качестве природных источников антиоксидантов, наиболее заметную роль в стоматологической практике играют шалфей лекарственный и ромашка аптечная.

Целью работы является разработка методов стандартизации экстракционного препарата на основе шалфея лекарственного и ромашки аптечной.

Экстракт шалфея и ромашки представляет собой жидкость красно-бурого цвета с характерным запахом и горьковато-пряным, вязущим вкусом.

Исследования по стандартизации и установлению норм качества полученного экстракта, согласно требованиям ОСТ «Стандарты качества лекарственных средств. Основные положения», проводились на 5 сериях препарата. Стандартизацию экстракта предлагаем проводить по экстрактивным веществам, содержащим этилового спирта, флавоноидов, дубильных веществ и липофильной фракции.

Исследования антибактериальной активности экстракта, выявили выраженную бактериостатическую активность в отношении грамположительных тест-культур, в отношении грамотрицательной кишечной палочки препарат оказался неактивен.

Исследования в отношении стабильности экстракта в процессе хранения выявили постепенное образование мелкодисперсного аморфного осадка карнозола – продукта окисления карнозоловой кислоты, что может служить дополнительным показателем подлинности препарата. Таким образом, были выбраны оптимальные условия хранения препарата. На основании экспериментальных данных установлен срок годности – 24 месяца.

Список литературы

1. Чониашвили, Д.З. Фармакотехнологическое исследование стоматологического геля на основе антиоксидантов природного происхождения / Д.З. Чониашвили, Л.Н. Царахова, О.А. Царахов // Актуальные проблемы управления здоровьем населения: Сборник научных трудов, выпуск VIII, 2015., г. Нижний Новгород, 2015. С. 176-178.

ВЛИЯНИЕ ОКСИДА СВИНЦА НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА ХРУСТАЛЬНОГО СТЕКЛА

Чеджемова Н.С., Нартикоева А.О.

*ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ,
e-mail: 79194271044@yandex.ru*

Свинцовая угроза – результат неумеренного и недальновидного производства и использования свинца в течение минувших веков. Но сейчас на первый план выходит экологическая безопасность производств и технологических процессов.

При добавлении оксида свинца стекло приобретает совершенно новые свойства: помимо прозрачности, прекрасного блеска и мелодичного звона это еще и устойчивость к щелочным, кислым или спиртосодержащим жидкостям. Кроме того, оксид свинца повышает плотность изделия, у хрустала это более 3 г/см³. Это влияет на оптические свойства хрустала: возрастает показатель преломления света, блеск и игра света в гранях.

Для хрустала показатель светопреломления 1,65, что превышает соответствующее значение для оконного стекла (1,52) приблизительно на 10%, однако даже столь небольшое превышение этого показателя дает значительное видимое усиление сверкания, блеска стекла.

Однако оксид свинца PbO вводится в стекольную шихту свинцовым суриком Pb₃O₄, относящимся к веществам 1-го класса опасности (чрезвычайно опасные). При подготовке шихты, варке хрустала, а также гранении и полировке хрустальных изделий происходит выделение соединений свинца в атмосферу, что отрицательно влияет на условия труда и экологическую обстановку. Ситуация усугубляется ростом стоимости сурика свинцового, что приводит к падению рентабельности производства хрустальных изделий. Между тем CaO, сильно снижая высокотемпературную вязкость расплавов, облегчает достижение гомогенного состояния стекломассы, повышает показатель преломления и средней дисперсии стекол, вводится дешевым и экологически чистым сырьем.

Интересны разработки таких российских ученых, как Пастухова Л.Г., Толстова Ю.И., Шумилов Р.Н. и др. Ими на практике доказано, что обезопасить само производство свинца можно без особых денежных затрат. Одна из разработанных технологий заключается в оптимизации распределения воздушных потоков, что может быть применено на любых производствах, связанных со свинцом.

Учеными проводились неоднократные исследования возможного влияния свинца, содержащегося в хрустале готового изделия, на здоровье человека. В результате исследований было выявлено, что поскольку свинец находится в хрустале в связанном состоянии (в виде оксида свинца), он практически не активен.

Присутствие оксида свинца в составе стекла продиктовано необходимостью обеспечения ему высоких оптических и эстетических характеристик: блеска, прозрачности, игры света на гранях, характерного звона и др. Однако как сказано выше производство хрустала можно отнести к экологически опасным. Одно временно с этим есть мнение, что длительное хранение пищевых продуктов в готовых хрустальных изделиях может оказаться небезопасным для организма человека. Таким образом, мы считаем целесообразным переход от свинцового хрустала к бессвинцовому.

Список литературы

1. Асатурьян Н.Г. Справочник товароведов непродовольственных товаров: в 3-х книгах, 2-е изд., перераб. – М.: Экономика.
2. Неверов А.Н., Чалых Т.И., Пехташева Е.Л. Товароведение и организация торговли непродовольственными товарами. 2004.
3. Ходыкин А.П., Ляшко А.А. Товароведение непродовольственных товаров, 2006.

**Секция «Синтез органических и неорганических веществ, композиций, полимерных материалов и математическое моделирование процессов и аппаратов для их получения»,
научный руководитель – Иванкина О.М., канд. хим. наук**

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ

Баскаков А.В., Лапшина С.В.

*Волжский политехнический институт, Волгоград,
e-mail: hollow-ichigo@mail.ru*

Метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ) – один из главных кислородосодержащих высокооктановых компонентов, используемых при получении неэтилированных автомобильных бензинов. МТБЭ применяется в качестве добавки к моторным топливам, повышающей октановое число бензинов (антидетонатор). МТБЭ широко применяется в производстве высокооктановых бензинов, при этом выступает как нетоксичный, высокооктановый компонент и как оксигенат (носитель кислорода), способствующий более полному сгоранию топлива и предотвращению коррозии металлов.

Исследуемая ректификационная колонна стоит на линии производства МТБЭ – метил-трет-бутилового эфира (структурная формула $(\text{CH}_3)_3\text{COC}_2\text{H}_5$) – используемого в качестве добавки к моторным топливам, повышающей октановое число бензинов [1].

Для оптимизации процесса разработана математическая модель. Данная модель включает в себя систему уравнений для расчета: количества образующегося МТБЭ; выхода изобутана; скорость пара; диаметр колонны; гидравлическое сопротивление тарелок; количества тарелок; высоты колонны; тепловой расчет установки.

В результате анализа полученных результатов предложено заменить колпачковую тарелку на клапанную. Что приводит к уменьшению гидравлического сопротивления и энергозатрат. Повышает устойчивость колонны к перепаду нагрузок. Уменьшает чувствительность к загрязнению и общий объем ремонтно-восстановительных работ.

Разработанную математическую модель можно использовать в качестве обучающего модуля.

В сложившейся экологической обстановке необходимо уменьшать использование свинцесодержащих добавок и переходить на более экологически чистые добавки, к примеру, МТБЭ и ЭТБЭ.

Список литературы

1. Айнштейн В.Г., Общий курс процессов и аппаратов химической технологии / В.Г. Айнштейн, М. Г. Захаров – М.: Химия, 2008. – 437.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ЖИДКОФАЗНОГО ГИДРИРОВАНИЯ НИТРОБЕНЗОЛА НА НОВЫХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Безбабных М.В., Курунина Г.М.

*Волжский политехнический институт, филиал
ГОУ ВПО ВолгГТУ, Волжский, e-mail: galinal@mail.ru*

Учитывая чрезвычайно большие объемы промышленного выпуска анилина и его производных, проблему совершенствования технологии получения производных этих соединений в настоящее время можно считать актуальной [1]. В работе изучается реакция гидрирования нитробензола, при этом получается анилин, который применяется в производстве анилино-замещенных и лекарственных веществ, фото-материалов, анилиноформальдегидных смол, а также в качестве ускорителей вулканизации.

Работа является продолжением ряда работ проводимых на кафедре по изучению гидрирования органических нитросоединений на новых каталитических системах, содержащих платину и оксиды редкоземельных элементов [2-5].

Изучение реакции жидкофазного гидрирования нитробензола на новых каталитических системах проводили на установке [6], позволяющей измерять объем поглощенного водорода с течением времени. О полноте процесса гидрирования судили по объему поглощенного водорода. Реакцию считали законченной, если происходило прекращение поглощения водорода. Объем поглощенного водорода соответствует теоретическому, что предполагает количественное гидрирование. Каталитические системы готовили путем нанесения соли платины на оксид редкоземельного элемента с последующей сушкой при $T = 105 \pm 1^\circ\text{C}$ и измельчением [6]. Условия гидрирования: $P_{\text{H}_2} =$ атмосферное, $T = 20 \pm 5^\circ\text{C}$. Продукты реакции анализировали хроматографическим методом.

Был определен порядок реакции гидрирования нитробензола методом подстановки и подтвержден графическим методом. Порядок – псевдопервый по нитробензолу. Каталитические системы, содержащие в своем составе оксиды редкоземельных элементов, показали активность выше, по-сравнению, с 1%Pt/Al₂O₃ катализатором, который использовался в качестве катализатора сравнения.

Оксиды редкоземельных элементов могут быть рекомендованы как составная часть катализаторов гидрирования ароматических нитросоединений.

Список литературы

1. Клюев М.В., Кочетова Л.Б. Восстановительное ацилирование нитроаренов // Известия высших учебных заведений. – С. 2-8, Т. 57. Вып.10. – 2014.
2. Костенко Н.В., Гладких Б.П., Курунина Г.М., Зорина Г.И. Гидрирование N-хлор-нитробензола на платиновых катализаторах, нанесенных на оксиды гадолиния и алюминия / Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 9. – С. 80-81.
3. Осипова Е.С., Курунина Г.М., Зорина Г.И., Бутов Г.М. Гидрирование p-нитрофенола на Pt катализаторах, нанесенных на оксиды РЗЭ иттриевой группы / Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 7-2. – С. 109.
4. Бутов Г.М., Зорина Г.И., Курунина Г.М. Жидкофазное гидрирование бенальдегида на 1% платиновых катализаторах, нанесенных на оксиды редкоземельных элементов // Ж. Хим. пром. сегодня. – № 2. – 2009. – С.3-6.
5. Бутов Г.М., Зорина Г.И., Курунина Г.М. Изучение влияния концентрации этилового спирта на скорость гидрирования p-нитротолуола на платиновых катализаторах, нанесенных на оксид гадолиния // Известия Волгоградского государственного технического университета (Сер. Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов): Межвуз. сб. науч. ст. – Волгоград: ВолгГТУ, 2009. – Вып. 6. – № 2 (50). – С. 87-90.
6. Курунина Г.М. Жидкофазное гидрирование ароматических нитросоединений на каталитических системах, содержащих Pd (Pt) и оксиды редкоземельных элементов: дис. ... канд. хим. наук. – Волгоград, 2014.

ИЗОМОРФИЗМ В КОМПЛЕКСНЫХ КРИСТАЛЛАХ А.ЛЮМОКА.ПНЕВЫХ И ХРОМОКА.ПНЕВЫХ КВАСЦОВ

Булкин С.И., Бобков Г.С., Шарифуллина Л.Р.

*Московский городской педагогический университет,
Москва, e-mail: aleshinaagz@yandex.ru*

Целью исследовательской работы стало изучение явления изоморфизма замещения в структуре кристалла квасцов иона Cr³⁺ на ион Al³⁺, а также иона Al³⁺ на ион Cr³⁺. Для визуального наблюдения

явления замещения ионов было взято три системы с разным процентным составом по массе кристаллов и 2 контрольных образца с чистыми квасцами. По выросшим кристаллам было произведено сравнение, в котором оказалось, что данные три системы не похожи на контрольные образцы. Изменение произошло в цвете всех трех систем, цвет кристаллов изменился на сине-голубой. При этом форма самих кристаллов в двух системах с соотношением Cr^{3+} к Al^{3+} равное 1:3 и 3:1 показало схожесть структур на неправильный шестиугольник. Система с соотношением Cr^{3+} к Al^{3+} , равным 1:1, дало кристаллы приблизительно ромбоикосододекаэдрической структуры. Проведенные исследования полученных комплексов методом ИК-спектрии показало наличие характеристических полос, присущих как алюмокалиевому, так и хромокалиевому квасцам, что свидетельствует о наличии ионов хрома и алюминия в структуре изучаемого комплекса.

МЕТОДИКА ПРОЧНОСТНОГО РАСЧЁТА ЭЛЕМЕНТОВ МАССООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ APM WINMACHINE

Ем А.Э., Харитонов В.Н.

*Волжский политехнический институт, филиал
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: h-v-n@rambler.ru*

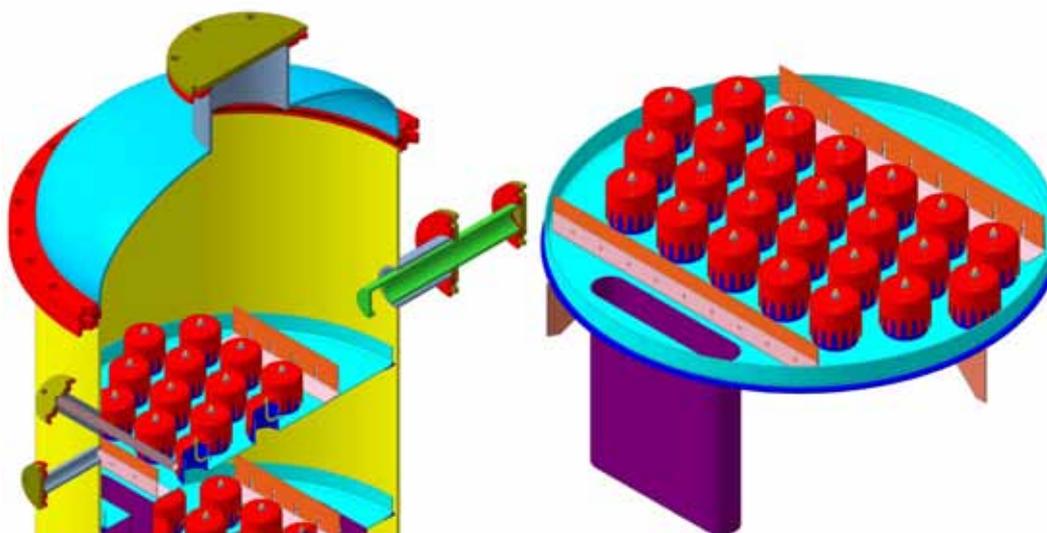
Ручное проектирование химического оборудования очень сложный и продолжительный процесс, поэтому для более точного и быстрого расчёта оборудования широко применяются различные вычислительные программы, используемые на ПК. Современные условия требуют использования ЭВМ потому что при этом значительно сокращается время расчёта, появляется возможность получить гораздо больший объем информации, при наличии эффекта визуализации результатов, позволяет добиться сокращения расходов при проектировании за счет оптимизации

конструкции деталей, а следовательно, снижения их стоимости, уменьшение сложности расчетов, и снижение количества ошибок. Анализ программного обеспечения, представленный на рынке, показал, что в наибольшей степени решению таких задач удовлетворяет российский программный комплекс APM WinMachine.

Перед тем как приступить к процессу расчёта объектов, следует нарисовать их 3D-модели. Удобнее это сделать с помощью программы «Компас-3D» (рисунок), т.к. параметрический чертёжно-графический редактор «APM Win Machine» достаточно сложен в использовании. Затем, чтобы проанализировать их напряженное состояние, нужно переместить нарисованные 3D-модели в программу «APM Win Machine». Построив модель и произведя расчёт, можно наглядно увидеть на объёмных графиках, что происходит с деталью во время её работы, напряжения и деформацию в каждой её точке и др., что даст инженеру более полную информацию и позволит сделать соответствующие выводы.

Весь прочностной анализ, производимый с помощью программы «APM Win Machine», основан на полной системе уравнений теории упругости, которую составляют: уравнения равновесия Навье, закон Гука в прямой и обратной формах, а также геометрические уравнения Коши или эквивалентные им уравнения совместности деформаций Сен-Венана. Но при этом решение каждой конкретной задачи невозможно без задания некоторых дополнительных (т.н. граничных) условий определяющих конкретные режимы нагружения и закрепления тела определенной формы и размеров.

Обязательным условием, прежде чем приступать к расчёту, является установка опор и рабочей нагрузки. Для этого необходимо, с помощью функций «Установить закрепление» и «Приложить давление» в модуле APM Studio, выбрать нужные поверхности и указать нужную грань для закрепления (фиксируем перемещения по оси X, Y или Z) и аналогичным образом прикладываем давление.



Модель массообменной колонны и контактного устройства

Следующим шагом нужно упростить модель, разбив её на элементы по средством использования функции «Создать конечно-элементную сетку». Программа превращает деталь в совокупность связанных фигурок, а точнее тетраэдров. При этом нужно подобрать шаг разбивки и получить как можно большее количество простых элементов, для более точного расчёта. Далее необходимо полученную конечно-элементную сетку передать в модуль APM Structure3D. Чтобы произвести расчёт нужно воспользоваться командой «Расчёт-Расчёт...» и выбрать вид расчёта. Далее нужно подождать некоторое время пока программа произведёт расчёт. Проведя нужные вычисления и используя команду «Результаты – Карта результатов», в поле «Параметры вывода результатов» можно выбрать различные критерии анализа детали и увидеть наглядную объёмную картину происходящих процессов в модели (например, результаты по напряжениям и перемещениям).

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАССОБМЕННОЙ АППАРАТУРЫ

Лунова Е.В., Лапшина С.В.

*Волжский политехнический институт, филиал
Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: tt134t@gmail.com*

В промышленности довольно часто возникает необходимость выполнить контроль надежности и основных рабочих свойств, параметров объекта или отдельных его элементов, не производя вывод объекта из эксплуатации. В таких случаях используется неразрушающий контроль оборудования, который, позволяет произвести необходимые измерения без механических повреждений или деформаций металлоконструкций.

Применение методов неразрушающего контроля позволяет нормативно обоснованно продолжать эксплуатацию сосудов и аппаратов, отработавших проектный срок службы по их фактическому техническому состоянию, сохранить работоспособность оборудования, минимизировать объёмы ремонтно-восстановительных работ и одновременно обеспечить уровень промышленной безопасности.

Для аппаратов химической промышленности физический износ являются наиболее частой причиной выхода из строя. Для сохранения работоспособности оборудования нужно знать скорость доминирующего износа, что позволит подобрать методы борьбы с ним. Основным «бичем» аппаратов химической и нефтеперерабатывающей промышленности является коррозионный износ.

При разработки методики исследования массообменного оборудования, одной из главных задач является выбор метода неразрушающего контроля. Из многообразия методов неразрушающего контроля мною был выбран ультразвуковой метод, т.к он имеет ряд преимуществ над другими методами контроля. Такие как точность измерения, минимальная погрешность измерений, простота обработки полученной информации, возможность выявления не только поверхностных но и внутренних дефектов, безопасность для окружающих.

После выбора метода неразрушающего контроля разрабатывается методика проведения испытания. Методика включает в себя следующие этапы:

1. проводится подготовка оборудования, заключающаяся в удалении изоляции, очистке от грязи, отложений, брызг металла (после сварки) и её механической обработке (зачистке), определения мест проведения исследования.

2. выбора схемы контроля оборудования и оборудование для проведения диагностики.

3. после выбора происходит настройка дефектоскопа для минимизации ошибок и получения достоверной информации включающая в себя:

- 3.1. выбор контактной эмульсии.
- 3.2. настройка параметров дефектоскопа (развёртки, чувствительности).
- 3.3. настройка чувствительности
- 3.4. калибровка дефектоскопа.
- 3.5. обработка экспериментальных данных с помощью ПК
- 3.6. составление протоколов диагностического исследования.

Для проведения диагностического исследования сушильного барабана был выбран дефектоскоп А1214 ЭКСПЕРТ обеспечивает контроль изделий эхо-методом, эхо-зеркальным, зеркально-теневым и теневыми методами. Для реализации этих методов контроля с прибором используются различные прямые, наклонные, совмещенные и раздельно-совмещенные УЗ ПЭП с рабочими частотами от 0,5 до 15,0 МГц. Для определения толщины изделий используются прямые совмещенные (типа S) и раздельно-совмещенные (типа D) преобразователи. Самые важные параметры аппаратуры, подлежащие настройке и проверке, частота УЗ, развертка и чувствительность прибора. Частоту УЗ выбирают, возможно, более высокой, поскольку эффективно обнаруживаются только несплошности размером больше половины длины волны (слабые эхосигналы можно получить так же от более мелких несплошностей). При контроле прямым преобразователем от поверхности изделия у левого края линии развертки должен располагаться зондирующий импульс 0, а в близи правого края -донный сигнал Д. При этом задержка начала развертки должна быть равна или близка к нулю. Скорость развертки обычно настраивают по донному сигналу.

После снятия показаний проводится обработка полученных результатов и составления протоколов в которых указываются: численные значения замеров, а так же вывод об обнаружении дефектов и оценка качества материала.

Список литературы

1. Кормильцин, Г.С. Основы диагностики и ремонта химического оборудования: учебное пособие / Г.С. Кормильцин. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 120 с.
2. Пособие по настройке и применению ультразвуковых дефектоскопов А1212 МАСТЕР и А1214 ЭКСПЕРТ/ Каплан Н.М., Самокрутов А.А., 2008.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЧЕРВЯЧНОЙ МАШИНЫ АГРЕГАТА ДЛЯ ШПРИЦЕВАНИЯ

Некрылов С.С., Харитонов В.Н.

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

В связи с активным ростом числа автомобилей в мире растут и связанные с автомобилями отрасли, например, производство шин и протекторов для них. Так, например, в 2010 году общее количество транспортных средств, включая легковые автомобили, грузовики различных классов (не считая тяжелый внедорожный транспорт) и автобусы, составило 1,015 млрд единиц. Протектором называют массив, покрывающий каркас в беговой части покрышки. Основное назначение протектора состоит в защите каркаса от повреждений и истирания, передаче тормозного и тягового усилий и обеспечения хорошего сцепления шины с поверхностью дороги.

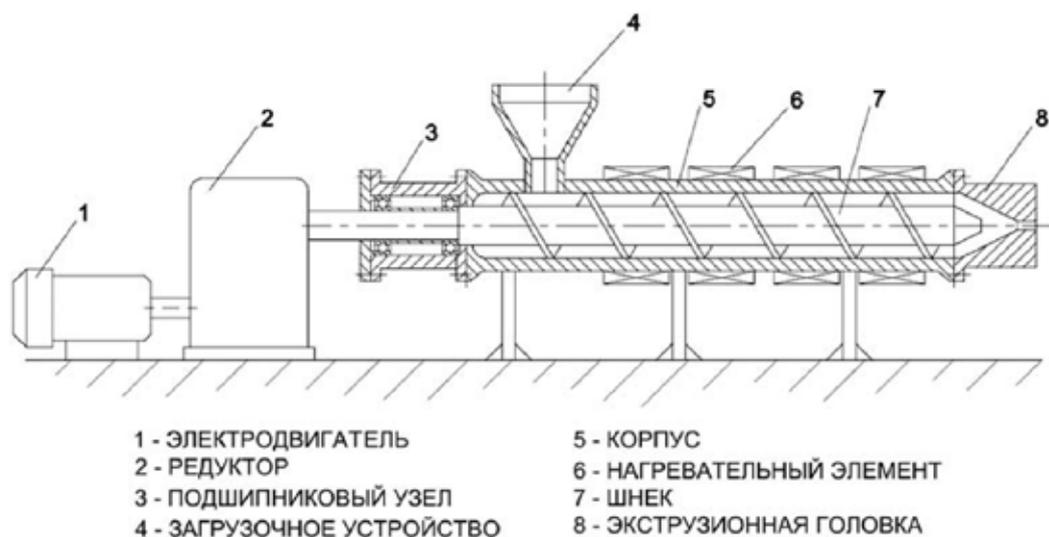


Рис. 1. Схема экструдера

Схематично принцип действия экструдера (рисунок 1) можно описать следующим образом. Перерабатываемый полимер подается в зону приема сырья, где поступает в пазухи между витками шнека. По мере поступления новой порции материала он уплотняется. Далее, шнек вращается и перемещает материал в зону пластификации, где материал подплавляется и пластифицируется, что способствует смешиванию. Спрессованный материал, образовав пробку, скользит по шнеку. В результате образования пробки уровень давления растет. Давление расходуется на преодоление сопротивления сеток и формование профиля.

В зоне выпрессовывания продукта сырье полностью гомогенизируется и продавливается через формующую головку.

В век цифровых технологий и бурного развития данной отрасли возникает потребность в математическом моделировании процесса шприцевания, которое значительно точнее обычных методик расчета и позволяет улучшать технологические процессы изготовления протекторов. Для более точного моделирования процесса течения неньютоновской жидкости в рабочем органе червячной машины предлагается использовать программный пакет OpenFOAM.

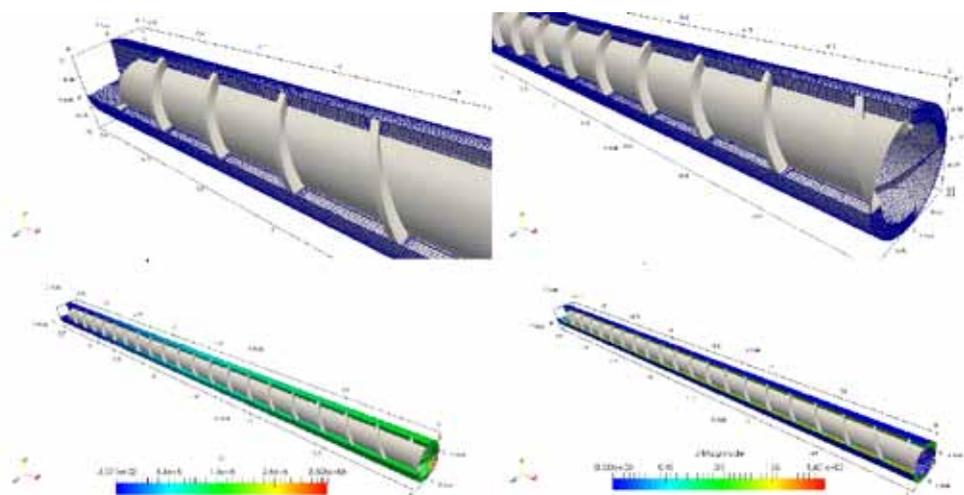


Рис. 2. Сетка и результаты расчета

OpenFOAM – свободно распространяемый инструментальный вычислительной гидродинамики для операций с полями (скалярными, векторными и тензорными). OpenFOAM позволяет решать полные уравнения с различными условиями, которые, обычно, не возможно решить аналитически, но становится возможным с помощью OpenFOAM. Для этого необходимо построить 3D-модель расчетной области, например, в программе КОМПАС-3D или же AutoCAD. После построения расчетной области строим расчетную сетку, что возможно сделать с помощью утилиты snappyHexMesh (рисунок 2). С помощью одного из решателей используем полученную расчетную сетку для вычисления полей скоростей и давлений (рисунок 2) в перерабатываемом материале.

СИНТЕЗ N-(3,5-ДИМЕТИЛАДАМАНТ-1-ИЛ)-2-ТОЗИЛГИДРАЗИН-1-КАРБОКСАМИДА

Рассказова Е.В., Дьяченко В.С., Бурмистров В.В., Бутов Г.М.

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: elena.rasskazova.96@mail.ru

В последнее время внимание многих исследователей приковано к химии адамантил содержащих соединений. Некоторые производные содержащие адамантильный фрагмент используются в качестве лекарственных препаратов (римантадин, мемантин и др.). Исследование 1,3-дизамещённых мочевины, содержащих в своём составе адамантильную группу, является актуальным благодаря проявляемой высокой ингибирующей активностью по отношению к растворимой эпосигидролазе человека. Ингибирование этого фермента создаёт положительные предпосылки для подавления воспалительного процесса, вызванного образованием продуктов метаболизма. Среди широкого спектра ингибиторов эпосигидролазы наибольшую активность показали адамантилсодержащие 1,3-дизамещённые мочевины, общей формулы: Ad₁-NHC(O)NH-R [1-3].

В нашей работе была синтезирована N-(3,5-диметиладамант-1-ил)-2-тозилгидразин-1-карбоксамид мочевины имеющая в своей структуре одну мочевиновую группу. Наличие в молекуле мочевины вторичной аминогруппы может повысить ингибирующую активность данного соединения. Для изоцианатов характерна реакции нуклеофильного присоединения. В ходе реакции присоединения нуклеофил (4-метилбензолсульфонилгидразин) атакует по месту полного или частичного положительного заряда на электрофиле т.к. имеет неподеленную электронную пару у атома азота [4].

В качестве исходных соединений для получения целевого продукта использовали 1-изоцианато-3,5-диметиладамантан полученный по методике [5], 4-метил-бензолсульфонилгидразин которые является коммерчески доступными продуктом.

Реакцию получения N-(3,5-диметиладамант-1-ил)-2-тозилгидразин-1-карбоксамид проводили в диметилформамиде (ДМФА) при температуре 15-25°C, при молярном соотношении реагентов 1:1. Реакционную смесь перемешивали в течение 4 часов после чего в реакцию добавляли дистиллированную воду и смесь перемешивали ещё 30 минут. Выпавший кристаллический осадок отфильтровывали, промывали водой и этилацетатом. Полученное твердое вещество сушили в вакууме. Образующееся вещество плохо растворимо в ДМФА, что облегчало ее выделение и очистку. Выход продукта после очистки составил 96%. Идентификацию состава и строения полученного соединения доказывали с помощью 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 ВолгГТУ: межвуз. сб. науч. ст. № 5(92) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2012. – 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. Vladimir Burmistrov, Christophe Morisseau, Dmitry Danilov, Todd R. Harris, Igor Dalinger, Irina Vatsadze, Tatiana Shkineva, Gennady M. Butov, Bruce D. Hammock 1,3-Disubstituted and 1,3,3-trisubstituted adamantyl-ureas with isoxazole as soluble epoxide hydrolase inhibitors // Bioorg. Med. Chem. Lett. 2015, 25, 5514-5519
4. Бурмистров В.В., Бутов Г.М., Данилов Д.В. Синтез и исследование свойств диadamантилсодержащих 1,3-дизамещённых мочевины // Известия ВолгГТУ: межвуз. сб. науч. ст. № 22 (149). / ВолгГТУ. – Волгоград, 2014. – (Серия «Химия и технология элементарно-органических мономеров и полимерных материалов»; вып. 13). – С. 45-48.
5. Vladimir Burmistrov, Christophe Morisseau, Kin Sing Stephen Lee, Diyala S. Shihadih, Todd R. Harris, Gennady M. Butov, Bruce D. Hammock Symmetric adamantyl-diureas as soluble epoxide hydrolase inhibitors // Bioorg. Med. Chem. Lett. 2014, 24, 2193-2197.

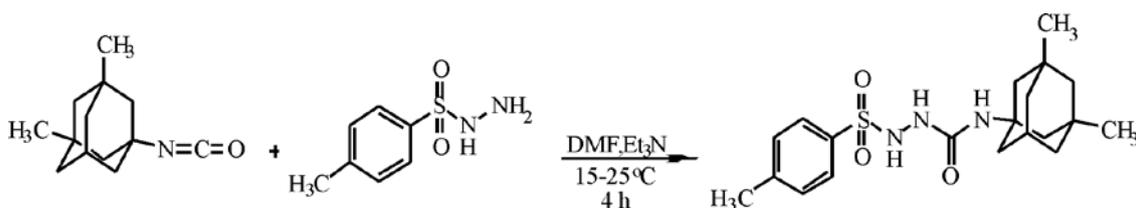
СИНТЕЗ N-(3,5-ДИМЕТИЛАДАМАНТАН-1-ИЛ)-2-(ФЕНИЛСУЛЬФОНИЛ)ГИДРАЗИН-1-КАРБОКСАМИДА

Солопов В.А., Дьяченко В.С., Бурмистров В.В., Бутов Г.М.

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: fines001@mail.ru

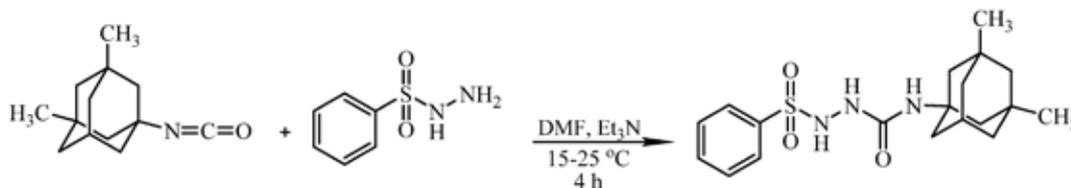
В последнее время большое внимание уделяется 1,3-дизамещённым мочевины, имеющим в своем составе одну или две адамантильные группы. Интерес к подобным соединениям вызван не только благодаря их биологической активности, но и возможностью использовать диadamантил содержащие мочевины в качестве мономеров для циклодекстриновых супрамолекулярных полимеров [1].

Адамантилсодержащие 1,3-дизамещённые мочевины обладают высокой ингибирующей активностью в отношении растворимой эпосигидролазы (sEH) человека. Размер адамантильного радикала совпадает с размером полости активного центра фермента, поэтому наличие в составе мочевины адамантильного



фрагмента способствует ингибированию рекомбинантного энзима. На данный момент большое количество адамантилсодержащих мочевины исследовано в качестве ингибиторов (sEH) [2]. Среди широкого спектра ингибиторов эпоксигидролазы наибольшую активность показали адамантилсодержащие 1,3-замещенные мочевины, общей формулы: Ad1-NHC(O)NH-R, где Ad1 – 1-адамантил; R – алкил, арил, гетерил и другие [3].

В нашей работе был синтезирован N-(3,5-диметиладамант-1-ил)-2-фенилсульфонилгидразин-1-карбоксамид имеющий в своей структуре одну мочевиновую группу. Наличие в молекуле мочевины вторичной аминогруппы может повысить ингибирующую активность данного соединения [4]. В качестве исходных соединений для получения целевого продукта использовали 1-изоцианато-3,5-диметиладамантан полученный по методике [5] и бензолсульфонилгидразин который является коммерчески доступными продуктом.



Реакцию получения N-(3,5-диметиладамант-1-ил)-2-тозилгидразин-1-карбоксамид проводили в диметилформамиде (ДМФА) при температуре 15-25°C, при молярном соотношении реагентов 1:1. Реакционную смесь перемешивали в течение 4 часов после чего в реакцию добавляли дистиллированную воду и смесь перемешивали ещё 30 минут. Выпавший кристаллический осадок отфильтровывали, промывали водой и этилацетатом. Полученное твердое вещество сушили в вакууме. Образующееся соединение плохо растворимо в ДМФА, что облегчало ее выделение и очистку. Выход продукта после очистки составил 97%. Идентификацию состава и строения полученного соединения доказывали с помощью 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. Синтез адамантилсодержащих мочевины, тиомочевины и бисмочевины – мономеров для циклодекстриновых супрамолекулярных полимеров / В.В. Бурмистров [и др.] // Бутлеровские сообщения. – 2014. – Т. 38, № 6. – С. 54–58.
2. S.H. Hwang, H.Tsai, B.D. Hammock. Orally Bioavailable Potent Soluble Epoxide Hydrolase Inhibitors. J.Med. Chem. 2007. No.50. P.3825-3840.
3. Синтез и химические свойства 1-изоцианатометил-3,5-диметиладамантана / В.В. Бурмистров, Г.М. Бутов // Известия ВолГТУ: межвуз. сб. науч. ст. № 19 / ВолГТУ. – Волгоград, 2013. – (Серия «Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов»; вып. 11). – С. 25–29.
4. Бурмистров В.В., Бутов Г.М., Данилов Д.В. Синтез и исследование свойств диамантилсодержащих 1,3-дизамещенных мочевины // Известия ВолГТУ: межвуз. сб. науч. ст. № 22 (149). / ВолГТУ. – Волгоград, 2014. – (Серия «Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов»; вып. 13). – С. 45-48.5. Vladimir Burmistrov, Christophe Morisseau, Kin Sing Stephen Lee, Diyala S. Shihadih, Todd R. Harris, Gennady M. Butov, Bruce D. Hammock Symmetric adamantyl-diureas as soluble epoxide hydrolase inhibitors // Bioorg. Med. Chem. Lett. 2014, 24, 2193-2197.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК НАСАДКИ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ХИМИЧЕСКОГО АБСОРБЕРА.

Факанов П.М., Тишин О.А., Климова Е.В.

Волжский политехнический институт, филиал ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», e-mail: fuckonoff@mail.ru

Абсорбцией называется перенос компонентов газовой смеси в объем соприкасающейся с ней конденсированной фазы. При абсорбции происходит избирательное поглощение одного или нескольких компонентов из газовой смеси жидкими поглотителями. Иногда растворяющийся газ вступает в химическую реакцию непосредственно с самим растворителем. Процесс, сопровождающийся химической реакцией между поглощаемым компонентом и абсорбентом, называют химической абсорбцией (хемосорбция). Химическую абсорбцию используют для извлечения

кислых компонентов с низким парциальным давлением, низкой концентрации загрязняющих веществ для тонкой очистки газа [1].

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются промышленные предприятия (СО, SO₂, H₂S и др.), котельные ТЭЦ (пыль, дым, SO₂ и др.), железнодорожный, автомобильный транспорт, почва, особенно при несовершенстве уличных покрытий (пыль, микроорганизмы). Вредные примеси в атмосферном воздухе отрицательно влияют на здоровье населения [2]. Сера содержится в таких полезных ископаемых, как уголь, нефть, железные, медные и другие руды; одни из них используют как топливо, другие направляют с целью переработки на предприятия химической и металлургической промышленности. При переработке (в частности, при обжиге руд) сера переходит в химические соединения, например, в сернистый газ (оксид серы (IV)). Образовавшиеся соединения частично улавливаются очистными сооружениями, но основная масса выбрасывается в атмосферу [3].

Одним из аппаратов очистки газовых выбросов малой концентрации (не более 0,12 мг/м³) является насадочный абсорбер, благодаря его высокой поверхности контакта и относительно незначительного гидравлического сопротивления [4]. Добавление в абсорбент гидроксида натрия позволит уменьшить концентрацию абсорбата тем самым ускорить процесс абсорбции. Это особенно актуально для плохо растворимых веществ, таких как SO₂, H₂S и др.

Целью работы является оценка экономической эффективности работы химического абсорбера на основании критерия оптимальности учитывающего: гидравлическое сопротивление; металлозатраты на абсорбер в зависимости от его диаметра и высоты; затраты на насадку в зависимости от количества, типа и материала.

Критерий оптимальности:

$$S(i) = S_{энерг}t + S_{мет} + S_{наси} \rightarrow \min,$$

где $S_{энерг}$ – затраты энергии на преодоление гидравлического сопротивления для i -й насадки, руб; $S_{мет,i}$ – металл затраты на аппарат для i -й насадки, руб; $S_{наси,i}$ – стоимость насадки для i -й насадки, руб; i – номер насадки.

Для уменьшения затрат при заданной степени очистки будем использовать математическую модель мгновенной реакции [4, 5], включающую в себя расчеты размеров высоты насадочного слоя, высоты и диаметра колонны, гидравлического сопротивления, степени очистки, расхода абсорбента,

Изменять будем насадку, выбирать будем из: кольца Рашига внавал, кольца Рашига с перегородками правильно уложенные, кольца Паля, седла «Инталлокс».

Формула, используемая для расчета гидравлического сопротивления [5]:

$$\Delta P = \Delta P_{сух} (1 + kU),$$

где $\Delta P_{сух}$ – гидравлическое сопротивление сухой насадки, Па; U – плотность орошения, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; k – опытный коэффициент (для беспорядочно засыпанных насадок $k=0,06$; для правильно уложенных насадок $k=0,04$).

Предложенный экономический критерий оптимальности поможет суммарно сократить производственные затраты на очистные сооружения, так как учитывает как текущие так и капитальные затраты.

Список литературы

1. Страус В. Промышленная очистка газов: Пер. с англ. – М.: Химия, 1981. – 616 с.
2. Лакшин А.М. Общая гигиена с основами экологии человека: учебник / А.М. Лакшин В.А. Катаева – М.: Медицина, 2004. – 464 с.
3. Родин А.В. Мониторинг органических загрязнений природной среды: практическое руководство / А.В. Родин, Ю.С. Другов, 2009. – 896 с.
4. Рамм В. М. Абсорбция газов. Изд. 2-е, переработ. и доп. – М.: Химия, 1976. – 656 с.
5. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/ Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский и др.; Под ред. Ю.И. Дытнерского, 2-е изд., перераб. и дополн. – М.: Химия, 1991. – 496 с.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ХЕМОСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИКАПРОАМИДА

Черемисин А.А., Первалова Е.А.

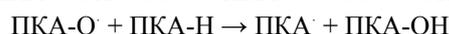
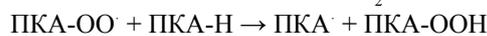
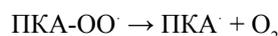
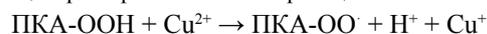
Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: vlz18@yandex.ru

Хемосорбционные материалы на основе различных волокон достаточно эффективно используются для очистки различных сред [1]. Ранее нами были получены привитые сополимеры (ПСП) на основе поликапроамида (ПКА) различного состава [2,3,4], содержащие 20-25% (масс.) прививаемых мономеров. В качестве иницирующей системы использовали окислительно – восстановительная система $\text{Cu}^{2+} - \text{H}_2\text{O}_2$, особенностью которой является невысокая энергия активации, что позволяет проводить привитую полимеризацию при более низких температурах.

Для качественной работы эти хемосорбционные материалы должны обладать достаточно высоким значением статической обменной емкости, которая напрямую зависит от количества ПСП. Проанализировав полученные данные и схему реакции, мы сделали заключение, что можно попытаться увеличить количество ПСП отдельным введением компонентов иницирующей системы, т.е. дозировкой H_2O_2 в реак-

ционную массу через некоторое время после начала обработки ПКА волокна раствором Cu^{2+} .

Если в реакционную массу сначала вводить ионы меди, то они дополнительно иницируют участки макромолекул ПКА, содержащие гидропероксидные группы, увеличивая таким образом количество активных центров привитой полимеризации по схеме:



Пероксидные группы в ПКА волокне неизбежно образуются в следствии окисления метиленовых групп волокна кислородом воздуха при хранении. Максимальное их количество, 10⁻³ % от массы волокна, наблюдается при выдерживании волокна на воздухе в течении 60 – 120 суток, а так как предлагаемый нами процесс носит периодический характер и, кроме того, в качестве исходного сырья используется некондиционное волокно, то время образования гидропероксидных групп не осложнит технологический процесс получения ПСП. Некондиционное волокно является отходами основного производства и отличается от кондиционного длиной нити, количеством узлов, наличием пятен, наличием склеек между элементарными волокнами, избыточной или недостаточной величиной крутки нити. При достаточном накоплении некондиционное волокно перерабатывается на штапель. Химическая модификация некондиционного волокна не только позволяет расширить ассортимент и области применения ПКА волокон, но решить проблему утилизации отходов.

Проведенные исследования показали, что раздельное введение компонентов ОВС позволяет увеличить количество ПСП еще на 15 – 20 %.

Список литературы

1. Стеценко, О.В. Изучение сорбционной активности привитых сополимеров на основе поликапроамида / Стеценко О.В., Первалова Е.А., Бутов Г.М. // Современные наукоёмкие технологии. – 2013. – № 9. – С. 84.
2. Первалова, Е.А. Изучение привитой сополимеризации поликапроамида и глицидилового эфира метакриловой кислоты в присутствии различных иницирующих систем / Первалова Е.А., Бутов Г.М., Воронина А.Д. // Современные наукоёмкие технологии. – 2010. – № 5. – С. 90-92.
3. Изучение реакции привитой полимеризации поликапроамида и винилацетата / Коба А.А., Стеценко О.В., Первалова Е.А., Бутов Г.М. // Современные наукоёмкие технологии. – 2014. – № 7 (ч. 2). – С. 103.
4. Коба А.А. Один из способов использования отходов поликапроамидного производства / Коба А.А., Первалова Е.А., Бутов Г.М. // Современные наукоёмкие технологии. – 2014. – № 7 (ч. 2). – С. 102-103.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОЖУХОТРУБНОГО РЕАКТОРА СИНТЕЗА МОРФОЛИНА

Шаповалов С.В., Харитонов В.Н.

Волжский политехнический институт, филиал, Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: h-v-n@rambler.ru

Морфолин продукт органической химии, применяющийся в синтезе физиологически активных веществ, ингибиторов коррозии, резиновых ускорителей, а также в качестве растворителя натуральных и синтетических смол и резин, сырья для производства оптических осветлителей для целлюлозно-бумажной промышленности и т. д. Промышленный процесс его синтеза осуществляется из ДЭГ и аммиака в присутствии водорода в паровой фазе при температуре 200 – 250 °С и атмосферном давлении на никель содержащем катализаторе [1]. Промышленный реактор для синтеза морфолина представляет

с собой кожухотрубчатый вертикальный аппарат с диаметром корпуса 2800x20 мм. Трубный пучок состоит из 1353 шт. Диаметр труб 56x3,5 мм, длина 3000 мм. Внутреннее пространство трубок заполнено катализатором. В межтрубном пространстве циркулирует высокотемпературный органический теплоноситель.

Успешная эксплуатация реактора возможна только при наличии достоверных сведений о влиянии геометрических размеров и технологических параметров на показатели эффективности его функционирования. Математическое моделирование процесса позволяет с минимальными затратами получить эту информацию. Настоящая работа является продолжением исследований по моделированию каталитических реакторов, проводимых в ВПИ [2, 4]. Математическая модель реактора синтеза морфолина содержит уравнения, определяющие убыль ДЭГ, образование морфолина и побочных продуктов, изменение температуры газовой смеси в реакционном пространстве и ВОТ в межтрубном пространстве. Эти дифференциальные уравнения дополняются алгебраическими уравнениями для расчета теплофизических свойств газовой смеси, коэффициентов теплоотдачи от стенки трубы к газовой смеси, от теплоносителя к стенке трубки. Система уравнений в стационарных условиях, имеет вид:

$$\frac{dx_A}{d\ell} = \frac{\varepsilon_{np} T c_{0k}}{v_0 T} k_{\Sigma} (1 - x_A);$$

$$\frac{d\psi}{d\ell} = \frac{\varepsilon_{np} T c_{0k}}{v_0 T} [k_1 (1 - x_A) - k_2 \psi]; \quad (1)$$

$$\frac{dt}{d\ell} = \frac{\varepsilon_{np}}{v_0 \rho_0 c_p} \left\{ -c_k C_{A0} [(\Delta H_1 k_1 + \Delta H_3 k_3) \times (1 - x_A) + \Delta H_2 k_2 \psi] + \frac{4K_t}{d_{тр}} (t_m - t) \right\}; \quad (2)$$

$$\frac{dt_m}{d\ell} = - \frac{K_t d_{тр} n}{v_m \rho_m c_{pm} d_{мтр}^2} (t_m - t), \quad (3)$$

Начальные условия: при

$$\ell = 0, \quad x_A = \psi = 0, \quad t = t_0, \quad \ell = L, \quad t_m = t_{m0}. \quad (4)$$

Математическая модель (1)–(4) использована для оценки влияния различных технологических параметров на выходные характеристики работы реактора и для определения условий, обеспечивающих высокий выход продукта в промышленном процессе синтеза.

Список литературы

1. А.с. 175512, СССР, МКИ Каталитический способ получения морфолина / Добровольский С.В., Кронич И.Г. и др. (СССР) // Открытия, Изобретения. – № 20, – 1965. – С. 10.
2. Белоусов Е.К. Модель промышленного реактора синтеза морфолина с учетом изменения активности катализатора / Белоусов Е.К., Тишин О.А., Рудакова Т.В., Харитонов В.Н. Математические методы в технике и технологиях. – ММТТ-19: сб. трудов 19 Международ. науч. конф. В 10-ти т. Т.9 Секция 10 / под общ. ред. В.С. Балакирева. – Воронеж, Воронеж. гос. технол. Акад., 2006. – С. 5-7.
3. Tishin O.A. Model of the industrial morpholine synthesis reactor taking into consideration the change of the catalyst activity rating / Tishin O.A., Haritonov V., Kryakunov M.V., Rudakova T.V., Belousov E.K. // 17-th International congress of chem. eng., chem. equipment des. and aut. "CHISA-2006", 27-31 August 2006, Praha, Czech Republic, Reaction engineering, P 7.67., P.168-169
4. Тишин О.А. Выбор режима работы реактора. / Тишин О.А., Харитонов В.Н. // Известия ВолГТУ: межвуз. сб. науч. ст. – Сер. Реология, процессы и аппараты химической технологии. Вып. 2. – Волгоград. – 2009. № 1(49). – С. 69-72.

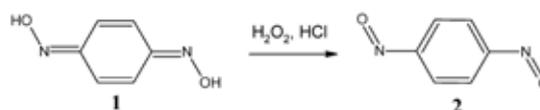
ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ НА СИНТЕЗ П-ДИНИТРОЗОБЕНЗОЛА

Шашков С., Иванкина О.М.

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: dapklblp@gmail.com

п-Динитрозобензол (п-ДНБ) входит в состав динитрозогенерирующей систем для вулканизации диеновых каучуков [1], позволяющих снизить температуру вулканизации до 60–100°C. Это обстоятельство особенно актуально в резиновой промышленности, являющейся одной из самых энергоемких. В связи с выше сказанным, разработка способа получения п-ДНБ и аппаратурного оформления процесса является актуальной задачей. Также следует отметить, отечественная химическая промышленность п-ДНБ не производит.

Ранее нами были определены условия получения п-ДНБ (2) окислением п-бензохинондиоксида (1) перекисью водорода в присутствии соляной кислоты:



Для получения п-ДНБ требуемого качества с максимально возможным выходом процесс следует проводить в течение 4-часов при температуре 45–50°C, используя 10%-й избыток перекиси водорода [2].

Осуществление химической реакции всегда сопровождается перемешиванием. Считается, что скорость перемешивания значительно превышает время химической реакции, и поэтому перемешивание не оказывает влияние на интегральные характеристики химического процесса (выход, степень превращения). В реальных аппаратах это условие выполняется не всегда. Влияние перемешивания на протекание химической реакции выражается в неоднородности концентраций реагентов в объеме аппарата. Соответственно скорость реакции и продолжительность процесса в целом могут существенно отличаться от расчетных величин [3].

Нами было исследовано влияние скорости перемешивания на степень превращения исходного п-бензохинондиоксида (п-БХД) при его окислении перекисью водорода. Реакцию проводили в лабораторном реакторе объемом 5 л, снабженном якорной мешалкой с возможностью регулирования числа оборотов, рубашкой для обогрева и устройством для дозирования реагентов. Опыты проводили в ранее определенных условиях (температура 50°C, избыток перекиси водорода 10% от стехиометрического, время реакции 4 часа, С(п-БХД) = 1,5 моль/дм³, С(Н₂О₂) = 11 моль/дм³). Установлено, что в выбранных условиях максимальная степень превращения п-БХД 94% была достигнута при скорости перемешивания 50 об./мин. Дальнейшее повышение числа оборотов мешалки не ведет к ее увеличению. Таким образом, данная скорость перемешивания обеспечивает гидродинамический режим в аппарате близкий к модели идеального смешения. Однако следует отметить, что данные выводы можно применять для геометрически подобных аппаратов.

Список литературы

1. Тихонова Н.П., Гинзбург Л.В. и др. // Каучук и резина. – 1987. – № 3. – С.13.
2. Елисеев П.Ю., Ильинский Д.В., Бутов Г.М., Иванкина О.М. // Международный студенческий научный вестник : электрон. науч. журнал. – 2015. – № 3 (часть 4). – С. 562-563. – Режим доступа: <http://www.eduherald.ru/>.
3. Тишин О.А., Харитонов В.Н. Химическая реакция и перемешивание: монография; ВПИ (филиал) ВолГТУ. – Волгоград, 2014. – 98 с.