



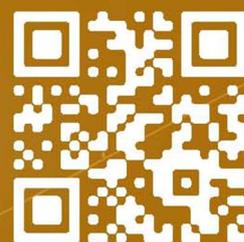
АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЙ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
ПО МАТЕРИАЛАМ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
Г. БЕЛГОРОД, 31 ИЮЛЯ 2017 Г.

в четырех частях

ЧАСТЬ 1



АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
(АПНИ)

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ
НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЙ

Сборник научных трудов

по материалам
Международной научно-практической конференции
г. Белгород, 31 июля 2017 г.

В четырех частях
Часть I

Белгород
2017

УДК 001
ББК 72
С 83

Электронная версия сборника находится в свободном доступе на сайте:
www.issledo.ru

Редакционная коллегия

Духно Н.А., д.ю.н., проф. (Москва); *Васильев Ф.П.*, д.ю.н., доц., чл. Российской академии юридических наук (Москва); *Винаров А.Ю.*, д.т.н., проф. (Москва); *Датий А.В.*, д.м.н. (Москва); *Кондрашихин А.Б.*, д.э.н., к.т.н., проф. (Севастополь); *Котович Т.В.*, д-р искусствоведения, проф. (Витебск); *Креймер В.Д.*, д.м.н., академик РАН (Москва); *Кумехов К.К.*, д.э.н., проф. (Москва); *Радина О.И.*, д.э.н., проф., Почетный работник ВПО РФ, Заслуженный деятель науки и образования РФ (Шахты); *Тихомирова Е.И.*, д.п.н., проф., академик МААН, академик РАН, Почетный работник ВПО РФ (Самара); *Алиев З.Г.*, к.с.-х.н., с.н.с., доц. (Баку); *Стариков Н.В.*, к.с.н. (Белгород); *Таджибоев Ш.Г.*, к.филол.н., доц. (Худжанд); *Ткачев А.А.*, к.с.н. (Белгород); *Шановал Ж.А.*, к.с.н. (Белгород)

С 83 **Стратегические направления развития науки, образования, технологий** : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 31 июля 2017 г.: в 4 ч. / Под общ. ред. Е. П. Ткачевой. – Белгород : ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2017. – Часть I. – 160 с.

ISBN 978-5-9500747-0-7
ISBN 978-5-9500747-1-4 (Часть I)

В настоящий сборник включены статьи и краткие сообщения по материалам докладов международной научно-практической конференции «Стратегические направления развития науки, образования, технологий», состоявшейся 31 июля 2017 года в г. Белгороде. В работе конференции приняли участие научные и педагогические работники нескольких российских и зарубежных вузов, преподаватели, аспиранты, магистранты и студенты, специалисты-практики. Материалы данной части сборника включают доклады, представленные участниками в рамках секций, посвященных вопросам естественных и технических наук.

Издание предназначено для широкого круга читателей, интересующихся научными исследованиями и разработками, передовыми достижениями науки и технологий.

Статьи и сообщения прошли научное рецензирование (экспертную оценку) членами редакционной коллегии. Материалы публикуются в авторской редакции. За содержание и достоверность статей ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

УДК 001
ББК 72

© ООО АПНИ
© Коллектив авторов

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ»	6
<i>Анискин М.А., Джалмухамбетов А.У., Джалмухамбетова Е.А.</i> РАСЧЕТЫ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ДИНАМИКИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СТЕРЖНЯ В СРЕДЕ MATHCAD ПРИ ПОДВОДЕ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ В ТОРЦЕ.....	6
<i>Курбатов С.В.</i> КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ЭНЕРГОДИСПЕРСИОННЫЙ РЕНТГЕНОВСКИЙ МИКРОАНАЛИЗ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ОБРАЗЦОВ НА ОСНОВЕ ЭЛЕМЕНТОВ O, Al, Si.....	9
<i>Новиков В.А.</i> ВКЛАД Э.Н. ЛОРЕНЦА В МАТЕМАТИЧЕСКУЮ «ТЕОРИЮ ХАОСА». «ЭФФЕКТ БАБОЧКИ».....	16
<i>Поленов В.С., Ницак Д.А.</i> К РАСПРОСТРАНЕНИЮ ЗВУКОВЫХ ВОЛН В ДВУХФАЗНЫХ ЗЕРНИСТЫХ СРЕДАХ.....	17
<i>Сизиков В.П.</i> НЕТРАНЗИТИВНОСТЬ КАК КРИТЕРИЙ ПОЛНОТЫ И АДЕКВАТНОСТИ.....	23
СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ»	27
<i>Вахнин К.О., Колесник А.В., Шалаева А.А.</i> ПОЛУСТАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ.....	27
СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ».....	31
<i>Важов С.В.</i> СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ GYMNA DENIA CONORSEA (L.) R. BR. (ORCHIDACEAE) НА БИЕ-ЧУМЫШСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ	31
СЕКЦИЯ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ»	35
<i>Домацкий В.Н., Тарачева М.И.</i> ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РЯЖЕНКИ	35
<i>Ершова И.Г., Ершов М.А., Поручиков Д.В., Белова М.В.</i> СУБЛИМАТОР С СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫМ ГЕНЕРАТОРОМ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ	38
<i>Ершова И.Г., Ершов М.А., Поручиков Д.В., Белова М.В.</i> ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА МЯСНОГО СЫРЬЯ В СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ УСТАНОВКЕ.....	41
<i>Сизарева Ю.В., Сизарев В.А.</i> СТРЕСС-ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ СВИНЕЙ	45
СЕКЦИЯ «МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ»	48
<i>Быковская Т.Ю., Леонтьева Е.Ю.</i> КОМОРБИДНОСТЬ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	48
<i>Галкина И.В., Карпухина Д.В., Шмелева С.В., Карташев В.П.</i> ФИЗИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИДРОРЕАБИЛИТАЦИИ ЖЕНЩИН СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ	51

<i>Датий А.В.</i> РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСА ПАЦИЕНТОВ МУЖЧИН ПОСЛЕ ПЭТ/КТ СЕРДЦА В КЛИНИКЕ ОАО «МЕДИЦИНА»	53
<i>Удачина А.А., Шатунов И.Е., Каминская Л.А.</i> МОЛОКО КАК ПРИЕМЛЕМЫЙ ПРОДУКТ ПИТАНИЯ В ОЦЕНКЕ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ	55
<i>Ханина Е.А., Зуйкова А.А., Блащенко Е.Ю.</i> ИЗМЕНЕНИЕ АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И БИОРИТМА ДНЯ НА ФОНЕ ПРИЕМА АДАПТОГЕНА	58
СЕКЦИЯ «НАУКИ О ЗЕМЛЕ».....	62
<i>Горшкова Л.Ю., Басамыкина К.А.</i> ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ СОВЕТСКОГО РАЙОНА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ	62
<i>Горшкова Л.Ю., Гуськов Ю.О.</i> ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ В КИРОВСКОМ РАЙОНЕ г. САРАТОВА	65
<i>Титаренко М.А., Потапова А.Е.</i> ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ МОСТОВСКОГО РАЙОНА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ.....	69
СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»	73
<i>Баженов Ю.В., Баженов М.Ю.</i> ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ.....	73
<i>Батанова А.Р., Файзуллина Ю. Г., Эльмукова Е.В.</i> СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ФАСАДОВ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ	79
<i>Батанова А.Р., Файзуллина Ю.Г., Эльмукова Е.В.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	82
<i>Волосатова Т.М., Дорофеев В.С.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ СПУСКА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА В АТМОСФЕРЕ МАРСА. ПОИСК ОПТИМАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ СПУСКА.....	84
<i>Волосатова Т.М., Малышев А.П.</i> РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА УДАЛЕНИЯ ДРЕЙФА ИЗОЛИНИИ ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КУБИЧЕСКИХ СПЛАЙНОВ	94
<i>Горбунова Н.В., Евтеев А.В., Банникова А.В.</i> ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИНКАПСУЛИРОВАНИЯ АНТИОКСИДАНТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ПРОДУКТОВ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ	102
<i>Гусевская А.А., Зоркальцев В.И., Мокрый И.В., Федурин Н.И.</i> ВЫДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ ДИНАМИКИ ЦЕН НА ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫЕ ТОВАРЫ	105

Денисов А.С., Куверин И.Ю. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА PROTEUS ПРИ ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ РАБОТЫ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА АТМЕГА 644 ПРИБОРА ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ.....	113
Еремина Л.В., Ревина Н.В. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ ПОСРЕДСТВОМ ЛОГИСТИКИ	117
Еремина Л.В., Ревина Н.В. УПРАВЛЕНИЕ ЗАТРАТАМИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ	120
Исмятуллин Р.Г., Мельник С.И., Финогенов С.Н. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ТРАЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИ САМОНАВЕДЕНИИ.....	123
Козачун Г.У., Капкина Т.Б. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЗОНЫ СОВРЕМЕННОЙ УСАДЬБЫ	127
Леонович Д.С. РЕШЕНИЕ ВОПРОСА ПО ОГРАНИЧЕНИЮ ПЕРЕДАВАЕМОГО КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА ТЕРМОПАТРОНОМ ФРЕЗЕ.....	133
Макаров Р.А., Макеев А.Н. К ВОПРОСУ ОРГАНИЗАЦИИ ЦИРКУЛЯЦИИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ С НЕЗАВИСИМЫМ ПРИСОЕДИНЕНИЕМ АБОНЕНТОВ К ТЕПЛОВОЙ СЕТИ.....	136
Осадчая Ю.О., Проскурина О.В. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ.....	140
Портянкин А.А. АЛГОРИТМ НАГРЕВА МАТЕРИАЛОВ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕЧИ	143
Ращепкина С.А., Овчинников И.Г., Ращепкин С.В. СТАЛЬНЫЕ РЕБРИСТЫЕ ОБОЛОЧЕЧНЫЕ ОПОРЫ ДЛЯ МОСТОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	148
Тимофеев Д.Н. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРИРОВАНИЯ РЕСУРСОВ, АЛЬТЕРНАТИВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ.....	150
Шутенко Д.А. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ВАКУУМНЫХ РЕКЛОУЗЕРОВ	153
Эльмукова Е.В., Файзуллина Ю.Г., Батанова А.Р. НАДУВНОЙ БЕТОН: ИННОВАЦИЯ В СФЕРЕ ДОМОСТРОЕНИЯ.....	156

СЕКЦИЯ «ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ»

РАСЧЕТЫ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ДИНАМИКИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СТЕРЖНЯ В СРЕДЕ MATHCAD ПРИ ПОДВОДЕ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ В ТОРЦЕ

Анискин М.А.

магистрант физико-технического факультета,
Астраханский государственный университет, Россия, г. Астрахань

Джалмухамбетов А.У.

доцент кафедры теоретической физики и методики преподавания физики,
канд. физ.-мат. наук, доцент, Астраханский государственный университет,
Россия, г. Астрахань

Джалмухамбетова Е.А.

доцент кафедры математических и естественнонаучных дисциплин,
канд. физ.-мат. наук, Каспийский институт морского и речного транспорта,
Россия, г. Астрахань

В статье построена математическая модель температурной динамики металлического стержня (электрода) при подводе тепловой мощности в торце с учетом плавления металла и потерь на тепловое излучение. Система уравнений такой модели решается численно в среде Mathcad. Составлена программа, позволяющая графически отобразить результаты моделирования и оценить линейную скорость плавления (расхода) электродов.

Ключевые слова: электродуговая сварка, температурная динамика, математическая модель, скорость расхода электрода.

Электродуговая сварка является одним из наиболее распространенных методов соединения металлических конструкций. В этом методе мощность, необходимая для плавления металла, выделяется в электрической дуге. Часть этой мощности идет на плавление торцевого участка электрода (стержня), скорость расхода которого является важным технологическим параметром. Для расчета скорости расхода необходима математическая модель динамики распределения температуры электрода.

В работах [2, 3] была предложена математическая модель динамики температурного поля в металлических пластинах при сварке трением с перемешиванием. Она основывалась на таком способе дискретизации образца, при котором выделяется относительно небольшое число (порядка десяти) кольцевых элементов. Для каждого элемента составлялось уравнение динамики температуры. В данной работе такой подход применен к расчету динамики температуры линейного объекта – стержня. Система уравнений математической модели легко решается с помощью современных математических пакетов, например, Mathcad. При этом легко визуализируются решения уравнений, производится оценка скорости плавления и времени расхода электрода.

Пусть в дуге выделяется мощность P , а ее доля w поглощается левым торцом электрода. Рассмотрим зависимость от времени температуры вдоль стержня длиной L и радиусом сечения r . Стержень предполагается достаточно тонким, поэтому

температуру можно считать одинаковой в поперечном сечении стержня. Мысленно разделим стержень поперечными сечениями на n элементов, длины которых возрастают в геометрической прогрессии:

$$\Delta x_k = q^{k-1} \cdot \Delta x_1, \quad (k = 1, 2, 3, \dots n). \quad (1)$$

Знаменатель прогрессии q , зависящий от выбора числа элементов n и длины первого элемента Δx_1 , находится из уравнения

$$(q^n - 1)/(q - 1) = L/\Delta x_1. \quad (2)$$

За температуру k -го элемента стержня принимаем абсолютную температуру T_{k-1} его левого сечения (см. рис. 1).

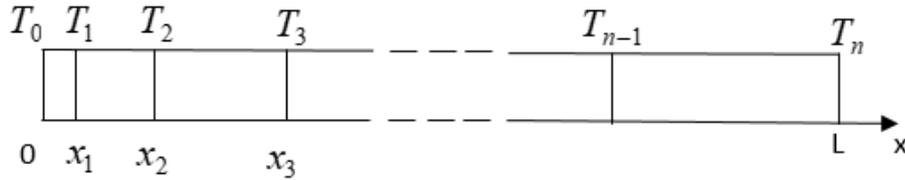


Рис. 1. Выделение линейных элементов стержня-электрода

Из условия энергетического баланса следует, что скорость изменения температуры k -го элемента определяется уравнением

$$m_k c \frac{dT_{k-1}}{dt} = wP\delta_{k,1} + Q_k^\alpha (1 - \delta_{k,1}) + Q_k^\beta + Q_k^\gamma. \quad (3)$$

Здесь c – удельная изобарная теплоемкость металла; m_k – масса элемента, равная $m_k = \pi r^2 \rho \cdot \Delta x_k$ с учетом плотности ρ ; $\delta_{k,k'}$ – дельта-символ Кронекера.

Первое слагаемое в правой части уравнения (3) представляет собой мощность нагрева левого торца стержня электрической дугой. Второе и третье слагаемые – мощности, получаемые в результате теплопроводности от левого и правого соседних элементов. Они равны:

$$Q_k^\alpha = \pi r^2 \kappa \frac{(T_{k-2} - T_{k-1})}{\Delta x_{k-1}} (1 - \delta_{k,1}), \quad Q_k^\beta = -\pi r^2 \kappa \frac{(T_{k-1} - T_k)}{\Delta x_k}, \quad (4)$$

где κ – коэффициент теплопроводности металла.

Последнее слагаемое в правой части уравнения (3) – это тепловая мощность, теряемая элементом. Основные потери связаны с тепловым излучением через его цилиндрическую поверхность. Поэтому в среде с абсолютной температурой T_c можно записать

$$Q_k^\gamma = -2\pi r \Delta x_k \cdot \varepsilon \sigma (T_{k-1}^4 - T_c^4), \quad (5)$$

где σ – постоянная Стефана-Больцмана, ε – коэффициент поглощения стержня, как абсолютно серого тела.

Функция температурной зависимости удельной энтальпии металла при достижении температуры плавления возрастает скачкообразно. Поэтому зависимость удельной теплоемкости моделируем, как было принято в работах [2, 3], функцией вида

$$c(T) = c_0 + \frac{\lambda \cdot \delta T}{\pi[(T - T_q)^2 + \delta T^2]}, \quad (6)$$

где c_0 – удельная теплоемкость металла в твердом состоянии; T_q – температура плавления, λ – удельная теплота плавления. Неопределенность δT температуры фазового перехода можно принять приблизительно равной 5 К.

Систему уравнений (3) для n элементов стержня можно с учетом всего сказанного можно записать в виде

$$\frac{dT_{k-1}}{dt} = P_0(T_0, t)\delta_{k,1} + \chi(T_{k-1})q^{-2k+3}(T_{k-2} - T_{k-1})(1 - \delta_{k,1}) + \chi(T_{k-1})q^{-2k+2}(T_k - T_{k-1}) - \gamma(T_{k-1}) \quad (7)$$

Считая температуру правого торца стержня равной температуре среды полагаем $T_n = T_c$. Коэффициенты этой системы уравнений равны:

$$P_0(T, t) = \frac{wP(t)}{\pi r^2 \rho \Delta x_1 c(T)}, \quad (8)$$

$$\chi(T) = \frac{\kappa}{(\Delta x_1)^2 \rho c(T)}, \quad (9)$$

$$\gamma(T) = \frac{2\varepsilon\sigma}{r\rho c(T)}(T^4 - T_c^4). \quad (10)$$

Численное решение системы n уравнений (7) при заданном начальном распределении температуры стержня осуществляется в среде Mathcad встроенной функцией *rkfixed*. Эта функция с заданным интервалом времени (0.001 с), формирует матрицу значений температуры левых торцов n элементов стержня. Для стержня длиной $L = 350$ мм и диаметром 3 мм достаточно выделить $n = 12$ элементов так, чтобы $\Delta x_1 = 1$ мм. Результаты расчетов изменения температуры для первых четырех элементов приведены на рис. 2.

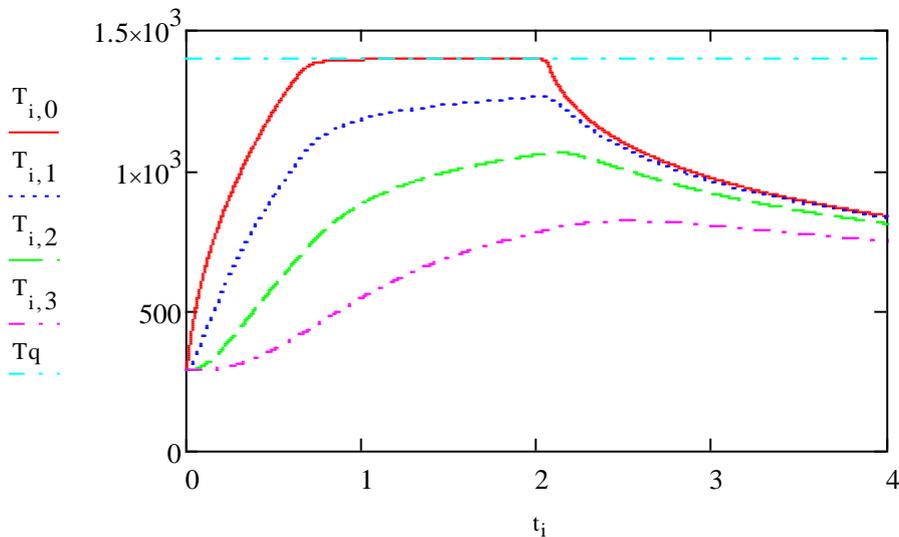


Рис. 2. Динамика температуры стержня

Расчеты соответствуют нагреву стержня мощностью $P = 800$ Вт с коэффициентом $w = 0.2$ в течение 2 с. Начальная температура всего стержня принята равной температуре среды $T_c = 290$ К. Принято $\varepsilon = 0.8$. Физические постоянные для стали взяты из справочника [1].

На рис. 3 приведена программа расчета оценочной линейной скорости расхода электрода, где η — подгоночный параметр, значение которого $\eta = 0.9$.

```

V :=
Tw ← η·Tq
tA ← 0
m ← 0
while 0.5·(Tm,0 + Tm,1) < Tw
    m ← m + 1
    tA ← m·Δt if m < N
    break otherwise
"results mm/s"
VI ←  $\frac{\Delta x_1 \cdot 10^3}{tA}$  if TNJ,0 > Tw
"small power" otherwise

```

Рис. 3. Программа оценки скорости расхода электрода

Для приведенных выше значений параметров модели температурной динамики электрода линейная скорость плавления составляет $v = 1.27$ мм/с. При такой скорости электрод длиной 350 мм будет израсходован за 4.6 мин.

Список литературы

1. Бабичев, А.П. Физические величины: Справочник / А.П. Бабичев, Н.А. Бабушкина, А.М. Братковский и др.; под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. – М.: Энергоатомиздат, 1991. 1232 с.
2. Рзаев, Р.А. Динамическая модель распределения температуры в металле при сварке трением с перемешиванием / Р.А. Рзаев, А.А. Чуларис, А.У. Джалмухамбетов, Ш.М. Атуев // Фундаментальные исследования, 2016, № 3, ч. 1. С. 47-55.
3. Рзаев, Р.А. Динамика температурного поля и оценка технологических параметров при сварке трением с перемешиванием биметаллических пластин / Р.А. Рзаев, А.У. Джалмухамбетов, В.В. Смирнов, Ш.М. Атуев // Известия Самарского научного центра РАН. 2016. Том 18, №1(2). С. 274-278.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ЭНЕРГОДИСПЕРСИОННЫЙ РЕНТГЕНОВСКИЙ МИКРОАНАЛИЗ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ОБРАЗЦОВ НА ОСНОВЕ ЭЛЕМЕНТОВ O, Al, Si

Курбатов С.В.

магистрант кафедры нанотехнологий в электронике,
Ярославский государственный университет имени П.Г. Демидова,
Россия, г. Ярославль

Описаны основные этапы разработки методики количественного энергодисперсионного рентгеновского микроанализа многослойных тонкопленочных структур с применением моделирования в программе “CASIMO v.2.48”. Рассмотрено применение данной методики для анализа двухслойных тонкопленочных образцов на основе элементов O, Al, Si. Ошибка количественного анализа по массовым долям элементов составляет менее 10%.

Ключевые слова: энергодисперсионный рентгеновский микроанализ, количественный элементный анализ, тонкие пленки, многослойные структуры, моделирование, методика.

1. Введение

Метод энергодисперсионного рентгеновского микроанализа (ЭРМА) является одним из наиболее эффективных способов определения элементного состава вещества. Разработанные для целей количественного анализа методы, учитывающие матричные эффекты [1, с. 55] позволяют адекватно определять состав вещества по его энергодисперсионному спектру.

Однако при определении количественного состава тонких пленок (~1 мкм) методом ЭРМА необходимо учитывать ряд особенностей. Во-первых, электроны могут генерировать рентгеновское излучение сразу в пленке, или после отражения от подложки, а также неоднократно пересекая границу раздела пленка-подложка [2, с. 59]. Во-вторых, многослойность структуры эквивалентна неоднородности по элементному составу, что делает непригодными стандартные методики анализа.

В настоящее время не существует универсальной неразрушающей методики количественного анализа многослойных тонкопленочных структур. В работах [3, 4] посвященных данной проблеме, описываются методики, применимость которых ограничена требованием отсутствия элементов, входящих в состав исследуемой пленки, в прилегающих областях.

В данной работе представлена методика количественного анализа многослойных тонкопленочных структур, основанная на сходимости экспериментальных данных ЭРМА и результатах моделирования в программе-симуляторе "CASINO" v.2.48 [5, 6].

Экспериментальные данные были получены на СЭМ Quanta 3D 200i (FEI, Нидерланды) с приставкой для энергодисперсионного рентгеновского микроанализа EDAX Apollo X (Ametek Inc., США).

2. Результаты и обсуждение

2.1. Количественный анализ двухслойных тонкопленочных структур

Разработка методики осуществлялась с помощью специальных образцов, изготовленных методом магнетронного распыления на установках "Оратория 22" и SCR-651 "Tetra". В работе использовались два образца, представляющие из себя двухслойные тонкопленочные структуры, состоящие из элементов O, Al, Si, нанесенные на подложки. Для каждого образца была предусмотрена возможность прямого количественного анализа нижней пленки. Результаты ЭРМА для исследуемых образцов отражены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты количественного ЭРМА пленок для образца №1 и образца №2

Образец №1				Образец №2			
Состав верхней пленки $d_1=614\pm 4$ нм				Состав верхней пленки $d_1=607\pm 18$ нм			
элемент	Wt%	Δ Wt%	At%	элемент	Wt%	Δ Wt%	At%
O (K_{α})	6,96	0,14	11,42	O (K_{α})	37,57	0,56	51,33
Al (K_{α})	43,66	1,75	42,45	Al (K_{α})	1,52	0,12	1,31
Si (K_{α})	49,39	2,75	46,14	Si (K_{α})	60,87	2,57	47,4
Состав нижней пленки $d_2=1336\pm 20$ нм				Состав нижней пленки $d_2=592\pm 26$ нм			
O (K_{α})	41,70	1,58	55,67	O (K_{α})	7,15	0,08	11,70
Al (K_{α})	-	-	-	Al (K_{α})	47,47	0,69	46,04
Si (K_{α})	58,31	1,38	44,34	Si (K_{α})	45,36	0,84	42,27

Примечание: в таблице для каждого образца приведены толщины слоев с указанием погрешности, которые были определены с помощью СЭМ.

Для исследуемых образцов были получены энергодисперсионные рентгеновские спектры при различных энергиях первичного пучка. Первичная обработка спектров проводилась в программном пакете Edax Genesis. В качестве количественных характеристик использованы отношения интенсивностей O/Si, Al/Si и O/Al. Отношения интенсивностей не зависят от тока пука, что позволяет сравнивать результаты моделирования с экспериментальными данными без дополнительной калибровки на количество электронов. Экспериментальные результаты представлены на рисунке 1 в виде графиков зависимости отношения интенсивностей от энергии первичного пучка.

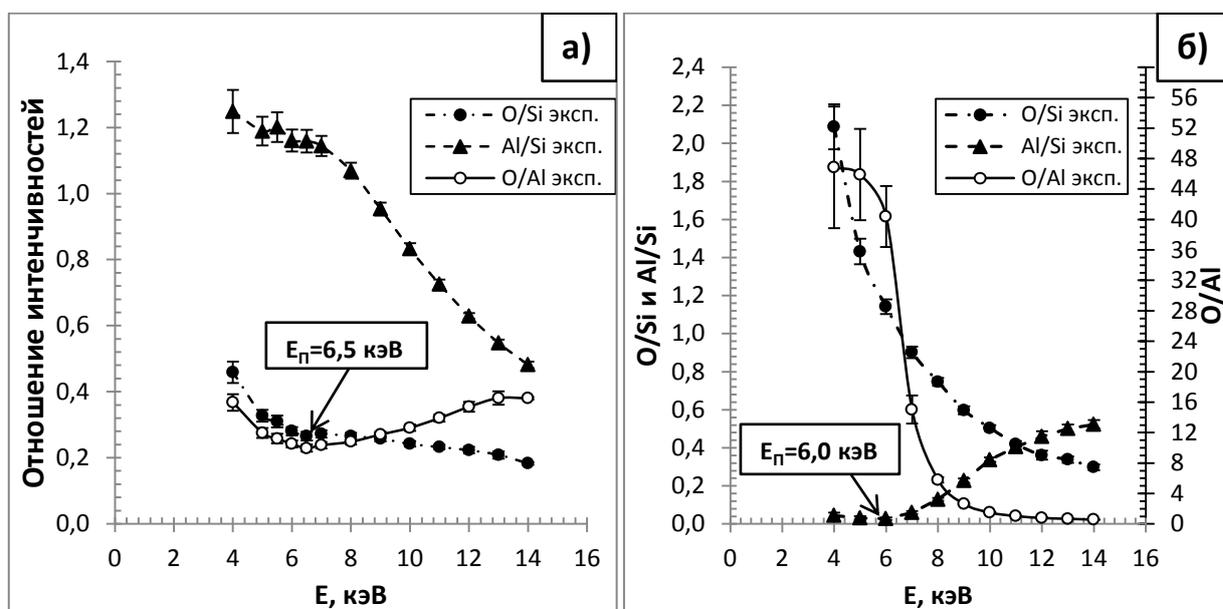


Рис. 1. Семейство графиков зависимостей отношения интенсивностей от энергии первичного пучка: а) для образца №1; б) для образца №2

2.2. Построение модели исследуемых образцов в программе “CASINO”

Чтобы построить модели образцов в программе “CASINO”, наиболее точно описывающие свойства реальных исследуемых объектов, кроме элементного состава и толщины пленок, необходимо задать их плотности. Плотность верхней пленки является критичным параметром ввиду её сильного влияния на поглощение рентгеновского излучения, а, следовательно, и на фиксируемые экспериментально или моделируемые отношения интенсивностей.

Напротив, точная информация о плотности нижней пленки в первом приближении необязательна, лишь бы выполнялось условие, когда области генерации для всех элементов исследуемой пленки лежат в пределах ее объема.

Плотности пленок можно определить методом подбора, ориентируясь на сходимость значений “энергии пробоя” в эксперименте и модели. Здесь под “энергией пробоя” понимается энергия первичного электронного пучка, при которой область взаимодействия электронов достигает нижнюю пленку. Экспериментальные значения “энергии пробоя” можно оценить по графикам отношения интенсивностей от энергии первичного пучка, где они будут соответствовать изломам кривых соответствующих зависимостей. В верхней и нижней пленках исследуемых структурах, наиболее сильно различаются массовые доли алюминия (таблица 1), вследствие того, наиболее выраженные изменения можно наблюдать в зависимостях Al/Si и O/Al от энергии первичного пучка (см. рис. 1). Следует отметить, что для массивных образцов данные зависимости имеют степенной характер без изломов.

Таким образом, были установлены плотности пленок для каждого образца. В таблице 2, отражены основные параметры пленок, используемые при моделировании исследуемых структур.

Таблица 2

Параметры пленок для построения моделей			
Образец №1			
Слой	Стехиом. формула	d, нм	ρ , г/см ³
Верхняя пленка	Si ₄₆ Al ₄₂ O ₁₁	614	1,85
Нижняя пленка	Si ₄₄ O ₅₆	1336	2,2
Образец №2			
Слой	Стехиом. формула	d, нм	ρ , г/см ³
Верхняя пленка	Si ₄₇ Al ₁ O ₅₁	607	1,7
Нижняя пленка	Si ₄₂ Al ₄₆ O ₁₂	592	2,8

В программе “CASINO” для заданных структур были получены значения интенсивностей от Si, Al и O, при различных энергиях первичного пучка. При расчете использовалась физическая модель, подобранная экспериментально, основные параметры которой отражены в таблице 3. Применение данной модели позволяет наиболее корректно описать взаимодействия электронного пучка с исследуемыми тонкопленочными образцами.

Таблица 3

Основные параметры моделирования		
Параметры физической модели		
Elastic Cross Section	Total	Mott by interpolation
	Partial	Mott by interpolation
Effective Section Ionisation	Casnati [7]	
Ionisation Potential	Bette (Joy and Luo) [8]	
Max Range Parameters	Kanaya Okayama	
Другие параметры моделирования		
Number of electrons to simulate	5000	
Number of slices (Generate X-ray)	5000	
Beam radius (nm)	10	
X-ray Detector Position	40°	

На рисунке 2, в качестве примера, представлены графики отношения интенсивностей от энергии первичного пучка для образца №1. Из графиков видно, что значения отношений интенсивностей, полученных с помощью моделирования, сильно отличаются от экспериментальных данных. Однако наблюдается правильный вид кривых исследуемых зависимостей. Одной из причин расхождения в количественных значениях связаны с чувствительностью детекторов, используемых в эксперименте и моделировании.

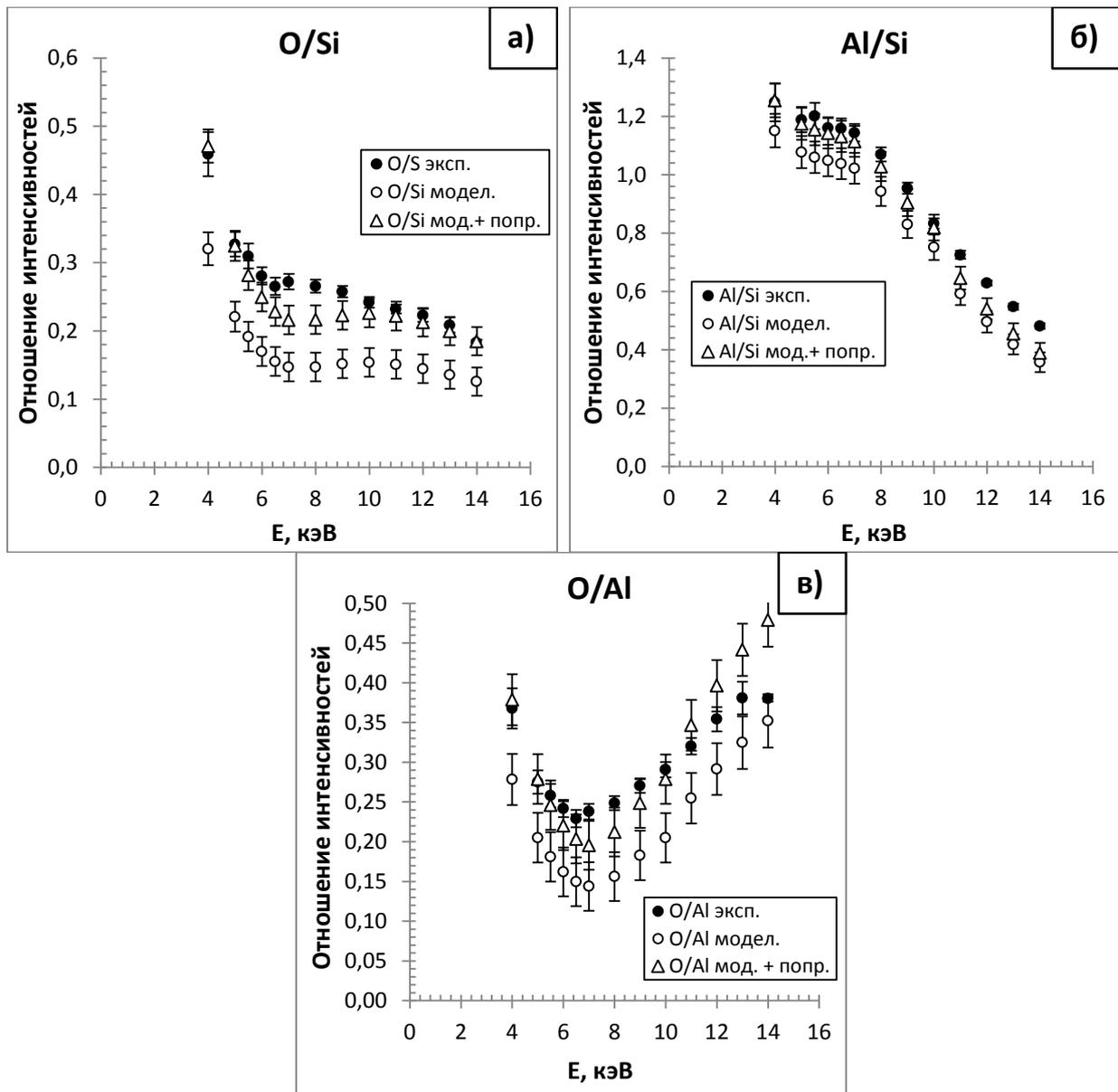


Рис. 2. Графики зависимости отношения интенсивностей O/Si, Al/Si и O/Al от энергии первичного пучка для образца №1

2.3. Поправки на чувствительность детектора

Детектор, используемый в модели, обладает одинаковой чувствительностью ко всем фотонам рентгеновского излучения. У реальных детекторов чувствительность зависит от энергии фотона, причем, каждый детектор обладает своей чувствительностью. Для учета этой особенности, были введены коэффициенты чувствительности (K), которые определяется из следующих соотношений:

$$\left(\frac{O}{Si}\right)_{\text{экс.}} = K_{Si}^O * \left(\frac{O}{Si}\right)_{\text{м.}} \quad (1)$$

$$\left(\frac{Al}{Si}\right)_{\text{экс.}} = K_{Si}^{Al} * \left(\frac{Al}{Si}\right)_{\text{м.}} \quad (2)$$

$$\left(\frac{O}{Al}\right)_{\text{экс.}} = K_{Al}^O * \left(\frac{O}{Al}\right)_{\text{м.}} \quad (3)$$

где: $\left(\frac{O}{Si}\right)_{\text{экс}}$ и т.д. – отношения интенсивностей соответствующих элементов, полученные с помощью экспериментальных измерений, $\left(\frac{O}{Si}\right)_{\text{м}}$ и т.д. – отношения интенсивностей полученных с помощью моделирования.

Экспериментальные отношения интенсивностей K_{α} – линий элементов Al, Si, O, были получены от эталонных образцов кварца (SiO_2) и андалузита (Al_2SiO_5). Такие же отношения интенсивностей были получены с помощью моделирования. В данном случае коэффициенты чувствительности принимают следующие значения:

$$K_{Si}^O = 1.47 \pm 0.02, K_{Si}^{Al} = 1.09 \pm 0.03, K_{Al}^O = 1.36 \pm 0.03.$$

Стоит отметить, что количественные значения коэффициентов чувствительности не зависят от энергии первичного пучка электронов, по крайней мере, в диапазоне от 4 до 14 кэВ.

Графики зависимостей отношения интенсивностей O/Si, Al/Si и O/Al от энергии первичного пучка, с применением поправок на чувствительность представлены на рис. 2. Как видно из приведенных графиков, введение поправок позволило значительно улучшить сходимость модели с экспериментом.

2.4. Методика определения количественного состава нижней пленки в двухслойной структуре

Опираясь на достигнутую сходимость результатов моделирования с экспериментальными данными, полученными с помощью ЭРМА, была разработана методика количественного анализа тонкопленочных структур. Перед непосредственным определением количественного состава необходимо построить специальную модель, выполнив следующие шаги.

- 1) Измерение толщины слоев.
- 2) Экспериментально измерить соотношения интенсивности элементов, входящих в состав исследуемой структуры, при различных энергиях первичного пучка.
- 3) По начальному участку зависимости определить количественный состав верхней пленки (до “энергии пробоя”).
- 4) По точке излома определить экспериментальные значения энергии пробоя верхней пленки и подобрать значение плотности верхней пленки используя модель.
- 5) Построить модель исследуемой структуры, используя данные п. 1-4.
- 6) Стехиометрические коэффициенты ($At\%$) определяемых элементов подобрать методом варьирования до достижения равенства отношений интенсивностей, полученных с помощью моделирования и экспериментально с учетом поправок на чувствительность детектора. При подборе стехиометрических коэффициентов энергию первичного пучка (E_0) выбрать на 2-3 кэВ больше “энергии пробоя” верхней пленки.

Данная методика была применена для определения элементного состава пленок, на примере двухслойных структурах состоящих из элементов O, Al, Si. В таблице 4 отражены значения массовых долей $Wt\%$ элементов в нижней пленке, полученных с помощью данной методики и экспериментальные данные, полученные путем прямого анализа нижних пленок. Массовые доли элементов для верхней пленки в таблице не приведены, так как их значения определялись экспериментально (см. п. 3 методики) без использования моделирования.

Сравнение результатов количественного анализа нижних пленок

Образец №1, E ₀ =10кэВ					
Элемент	Wt ^{экс.} %	ΔWt ^{экс.} %	Wt ^{мет.} %	ΔWt ^{мет.} %	ε _{ср.} %
O	41,7	1,6	45,7	0,5	8
Si	58,3	1,4	54,3	0,5	
Образец №2, E ₀ =10кэВ					
Элемент	Wt ^{экс.} %	ΔWt ^{экс.} %	Wt ^{мет.} %	ΔWt ^{мет.} %	ε _{ср.} %
O	7,2	0,1	8,0	0,5	7
Al	47,5	0,7	45,0	0,5	
Si	45,4	0,8	47,0	0,5	

В таблице, для оценки близости получаемого результата по весовой доле элемента Wt_i к ожидаемой $Wt_i^{\text{эксн.}}$ использовано среднее для n элементов относительное отклонение:

$$\varepsilon_{\text{ср.}} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \frac{|Wt_i - Wt_i^{\text{эксн.}}|}{Wt_i^{\text{эксн.}}} * 100\% . \quad (4)$$

Заключение

Разработана методика количественного анализа тонкопленочных образцов. Описанная методика была применена для количественного анализа двухслойных тонкопленочных образцов состоящих из элементов O, Al, Si. К достоинствам методики можно отнести следующие особенности: во-первых, метод является неразрушающим; во-вторых, данной методикой можно исследовать структуры с числом слоев $n > 2$, для этого необходимо последовательно применять методику, приведенную для анализа двухслойных структур; в-третьих, метод применим на слоях с толщинами от 0,2 до 3мкм. К недостаткам методики можно отнести следующее: во-первых, методика трудоемка, так как требует в 2-3 раза больше аппаратного времени по сравнению с анализом однослойного образца; во-вторых, неточность количественного анализа ($\varepsilon_{\text{ср.}}$, %) нижнего слоя по массовым долям может достигать 10%.

Работа выполнена с использованием оборудования центра коллективного пользования “Диагностика микро- и наноструктур” (Facilities sharing centre “Diagnostics of micro- and nanostructures”) при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ.

Список литературы

1. Малви Т., Скотт В. Д., Рид С., Дж Б., Кокс М., Дж К., Лав Г. Количественный электронно-зондовый микроанализ. М.: Мир, 1986. 352 с.
2. Гоулдстейн Дж., Ньюбери Д., Эчлин П., Джой Д., Фиори Ч., Лифшин Э. Растворная электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ: В 2-х книгах. Книга 2. М.: Мир, 1984. 348 с.
3. Попова Т. Б., Бакалейников Е. Ю., Флегонтова Е. Ю., Шахмин А. А., Заморянская М. В. // Физика и техника полупроводников, 2011. Т. 45. №2. С. 263.
4. Ares J. R., Pascual A. // Thin Solid Films, 2004. V.450. P. 207.
5. Droun D., Couture A. R., Joly D., Tastet X., Aimez V // Scanning, 2007.V. 29. P. 92
6. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.gel.usherbrooke.ca/casino/index.html>
7. Casnati E., Tartari A., Baraldi C. // J Phys, 1982.Vol. 15. P. 155.
8. Joy D. C., Luo S. // Scanning, 1989.Vol.11.P.176.

ВКЛАД Э.Н. ЛОРЕНЦА В МАТЕМАТИЧЕСКУЮ «ТЕОРИЮ ХАОСА». «ЭФФЕКТ БАБОЧКИ»

Новиков В.А.

Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России, Россия, г. Санкт-Петербург

В статье рассматривается вклад Э.Н. Лоренца в математическую теорию хаоса.

Ключевые слова: математика, «эффект бабочки», теория хаоса.

Современное развитие математики характеризуется потребностью изучения всевозможных сложных процессов и явлений. Одним из таких сложных явлений в современной математике можно считать «теорию хаоса». Теория хаоса – это метод научных исследований и математический аппарат, описывающий поведение некоторых нелинейных динамических систем, подверженных при определённых условиях явлению, известному как хаос [1]. Основателями и первыми разработчиками «теории хаоса» принято считать французского математика и физика А. Пуанкаре, американского математика С. Смэйла. Немалый вклад в создание теории хаоса внес американский математик и метеоролог Э.Н. Лоренц, с именем которого связаны такие открытия в математической теории хаоса как «эффект бабочки» и «аттрактор Лоренца».

Эдвард Нортон Лоренц родился в городе Вест-Хартфорд, штат Коннектикут. Он закончил математический факультет Гарвардского университета в Кембридже, штат Массачусетс. В годы Второй мировой войны Эдвард Лоренц служил на метеорологической станции и занимался прогнозом погоды для ВВС США. После окончания войны, в 1946 году начал работать в Массачусетском технологическом институте, где продолжил изучать теоретические основы метеорологии. Лоренца занимал вопрос, актуальный до сегодняшнего дня, – возможен ли долгосрочный прогноз погоды. Именно поэтому он начал всерьёз заниматься новым в то время направлением в науке – прогнозированием погоды с помощью компьютерных моделей, используя вычислительную машину Royal McBee.

В 1960 году Лоренц создал упрощённую мини-модель погоды, представляющую собой набор чисел, которые описывали значение нескольких переменных (а именно, температуры воздуха, атмосферного давления, скорости ветра) в данный момент времени. Исследователь выбрал двенадцать уравнений, описывающих связь между этими переменными. Созданная Э.Н. Лоренцом модель была полностью детерминирована (т.е. предопределена), так как значение переменных в следующий момент времени зависело от их значения в предыдущий момент и рассчитывалось по выбранным ученым двенадцати уравнениям. Вычислительной машине Лоренц задавал несколько начальных параметров, после чего машина начинала выдавать ряды чисел, которые описывали погоду в некотором вымышленном месте [2].

Зимой 1961 года, согласно описанию численного эксперимента, принадлежащего самому Лоренцу, он решил подробнее изучить уже построенный машиной график изменения одной из переменных. Ученого заинтересовала некоторая особенность решения, которая возникла где-то в середине интервала счета, и поэтому он решил повторить вычисления именно с этого момента, то есть в качестве начальных данных он ввел не первоначальные значения переменных, а взял эти значения из середины изучаемого им графика. Лоренц предполагал, что машина

точно воспроизведет вторую половину графика и продолжит строить его дальше. Однако совершенно неожиданно для экспериментатора вычислительная машина выдала совсем иной график: если в самом начале он почти повторял первый, то к концу не имел с ним ничего общего [3]. Результаты повторного счета, очевидно, совпали бы с результатами первоначального счета, если бы начальные значения для повторного счета в точности были равны полученным ранее значениям для этого момента времени. Однако Лоренц слегка изменил эти значения, уменьшив число верных десятичных знаков до трех (...506). Но в памяти машины значения переменных хранились с точностью до шести знаков после запятой (...506217), это и привело к изменению графика. Таким образом, модель Лоренца оказалась сверхчувствительна к начальным условиям. Малейшее различие во входных данных приводило к сильному расхождению результатов с течением времени. Сам Лоренц, говоря об идее зависимости от начальных условий, приводил такой весьма наглядный пример: если погода действительно относится к классу настолько чувствительных систем, то взмах крыльев чайки может вызвать заметные изменения погоды. Впоследствии, в 1972 году чайка была заменена Лоренцом бабочкой, а затем появилась знаменитая статья «Предсказуемость: может ли взмах крыльев бабочки в Бразилии вызвать торнадо в штате Техас?». Свое открытие Э.Н. Лоренц назвал «Эффектом бабочки» (данный феномен имеет и строгое научное название – «сильная зависимость от начальных условий»). Название открытия Лоренца – «эффект бабочки» – напрямую связано с написанным в 1952 году рассказом писателя – фантаста Рэя Брэдбери «И грянул гром», где главный герой, попав при помощи машины времени в прошлое, раздавил бабочку, и это незначительное событие из прошлого приводит к необратимым изменениям в будущем.

Эффект бабочки призван объяснить, что любое незначительное, мелкое, на первый взгляд, воздействие на окружающий мир может привести к глобальным, масштабным последствиям. Термин «эффект бабочки» используют историки и философы, экономисты и бизнес-аналитики.

Список литературы

1. Малинецкий Г.Г. Хаос. Структуры. Вычислительный эксперимент. Введение в нелинейную динамику. 3-е изд. – М.: УРСС, 2001.
2. Глейк Дж. Хаос. Создание новой науки. – СПб: Амфора, 2001.
3. Мадрид К. Бабочка и ураган. Теория хаоса и глобальное потепление. – Издательство: Де Агостини, Серия: Мир математики. Т.32.

К РАСПРОСТРАНЕНИЮ ЗВУКОВЫХ ВОЛН В ДВУХФАЗНЫХ ЗЕРНИСТЫХ СРЕДАХ

Поленов В.С.

доктор физико-математических наук, профессор,
АНО ВО «Автомобильно-транспортный институт», Россия, г. Воронеж

Ницак Д.А.

начальник отдела, канд. техн. наук,
Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Россия, г. Воронеж

Исследуются диссипативные процессы при гармоническом деформировании двухкомпонентных зернистых сред, заданных комплексными модулями упругости и коэффи-

циентами, характеризующие пористость и сжимаемость жидкости. Получены формулы для определения скорости распространения продольных и поперечных звуковых волн, коэффициентов затухания и логарифмического декремента затухания колебаний волн. Показано влияние зернистости среды и мнимой части комплексных коэффициентов на скорость распространения волн и коэффициент затухания.

Ключевые слова: звуковые волны, пористость, зернистая среда, жидкость, скорость.

Динамическому деформированию упругой, двухкомпонентной пористой среды, посвящен ряд работ, среди которых следует отметить работы [1,2,4], в которых отражена теория распространения стационарных волн.

Ранее в работе [5] изучались нестационарные упругие волны в насыщенной жидкостью однородной пористой среде и получены выражения для интенсивности волн.

Распространение звуковых волн в наследственно упругой однородной среде рассмотрено в [6]. В [3,9-10] изучены нестационарные упругие волны ускорения и ударные волны в насыщенной жидкостью неоднородной пористой среде и в насыщенной вязкой жидкостью однородной пористой среде.

Ниже изучаются звуковые волны, распространяющиеся в неограниченной двухфазной зернистой среде, одна из фаз – сжимаемая жидкость, а другая – упругая зернистая среда. Зерна твердой фазы могут иметь любую конфигурацию. В таких средах механизм передачи усилия проявляется через контакты между зернами и предполагается, что микродеформации и смещения твердой фазы малы. В этом случае эффекты прочности твердой фазы проявляются в тензоре фиктивных напряжений.

Уравнения движения двухфазной зернистой среды без учета вязкости жидкости согласно [7,8] запишем в виде

$$\begin{aligned} \rho_{11} \frac{\partial^2 V_1^k}{\partial t^2} - \rho_{12} \frac{\partial^2 V_2^k}{\partial t^2} &= -\alpha_1 \Lambda^* \frac{\partial^2 V_2^l}{\partial x^l \partial x^k} \\ \rho_{12} \frac{\partial^2 V_1^k}{\partial t^2} - \rho_{22} \frac{\partial^2 V_2^k}{\partial t^2} &= \Gamma^* \frac{\partial^2 V_2^l}{\partial x^l \partial x^k} - \alpha_2 \left\{ \mu^* \frac{\partial^2 V_2^k}{\partial x^l \partial x^l} \right\} \end{aligned} \quad (1)$$

где $\Gamma^* = \alpha_2 \Lambda^* - \alpha_2 (\lambda_f^* + \mu_f^* + \nu_f^* \Lambda^*)$, $\Lambda^* = \frac{1}{1 - \nu_f^*} \{ (\lambda_f^* - \lambda_2^*) + \frac{2}{3} (\mu_f^* - \mu_2^*) \}$

$$\lambda_f^* = \lambda_f' + i\lambda_f'', \quad \mu_f^* = \mu_f' + i\mu_f'', \quad \lambda_2^* = \lambda_2' + i\lambda_2'', \quad \mu_2^* = \mu_2' + i\mu_2'', \quad \nu_f^* = \nu_f' + i\nu_f''$$

Здесь $V_1^{(k)}$ – компоненты вектора скорости перемещения жидкости, $V_2^{(k)}$ – компоненты вектора скорости перемещения упругой среды, λ^*, μ^* – комплексные модули упругости Ламе, $\lambda_f^*, \mu_f^*, \nu_f^*$ – эффективные комплексные модули упругости зернистой среды. Штрих обозначает действительную часть комплексного числа, а два штриха – мнимую часть комплексного числа.

Индекс 1 относится к жидкости, индекс 2 – к твердой фазе. По повторяющимся верхними индексами проводится суммирование от единицы до трех. ρ_{12} – коэффициент динамической связи жидкости и твердой фазы [2], ρ_{11}, ρ_{22} – эффективные массы жидкости и твердой фазы.

Решение системы (1) будем искать в виде затухающей волны

$$V_1^j = C_1^j \exp(i\omega \cdot t - \theta \cdot x^k v^k), \quad \theta = \alpha + i\beta, \quad \beta = \frac{\omega}{c} \quad (2)$$

$$V_2^j = C_2^j \exp(i\omega \cdot t - \theta \cdot x^k v^k)$$

Здесь v^k – координаты единичного вектора в направлении распространения волны со скоростью $c > 0$, коэффициентом затухания $\alpha > 0$, круговой частотой $\omega > 0$, фазовой постоянной β и амплитудами колебания C_1^j, C_2^j .

Подставим (2) в соотношение (1), после несложных преобразований, получим

$$\begin{aligned} -\rho_{11}\omega^2 C_1^k + \rho_{12}\omega^2 C_2^k &= -\alpha_1 \Lambda^* C_2^l \theta^2 v^l v^k \\ -\rho_{12}\omega^2 C_1^k + \rho_{22}\omega^2 C_2^k &= \Gamma^* C_2^l \theta^2 v^l v^k - \alpha_2 \mu_f^* C_2^k \theta^2 \end{aligned} \quad (3)$$

1. Характеристики продольных волн определяются из системы (3), если положить в (3) $C_1^k v^k = D_1 \neq 0$ и $C_2^k v^k = D_2 \neq 0$. Для этого умножим обе части (3) на v^k и просуммируем по индексу k . В результате получим однородную систему уравнений с комплексными коэффициентами

$$\begin{aligned} -\rho_{11}\omega^2 D_1 + (\rho_{12}\omega^2 + \alpha_1 \Lambda^* \theta^2) D_2 &= 0 \\ -\rho_{12}\omega^2 D_1 + (\rho_{22}\omega^2 - \Gamma^* \theta^2 + \alpha_2 \mu_f^* \theta^2) D_2 &= 0 \end{aligned} \quad (4)$$

С учетом $\theta = \alpha_p + i\beta_p$ соотношение (4) запишем в виде

$$\begin{aligned} -\rho_{11}\omega^2 D_1 + [\rho_{12}\omega^2 + \alpha_1 \Lambda^* (\alpha_p + i\beta_p)^2] D_2 &= 0 \\ -\rho_{12}\omega^2 D_1 + [\rho_{22}\omega^2 - (\Gamma^* - \alpha_2 \mu_f^*) (\alpha_p + i\beta_p)^2] D_2 &= 0 \end{aligned} \quad (5)$$

Чтобы однородная система (5) имела ненулевое решение, ее определитель, составленный из коэффициентов при D_1 и D_2 должен быть равен нулю

$$\begin{vmatrix} -\rho_{11}\omega^2 & \rho_{12}\omega^2 + \alpha_1 \Lambda^* (\alpha_p + i\beta_p)^2 \\ -\rho_{12}\omega^2 & \rho_{22}\omega^2 - (\Gamma^* - \alpha_2 \mu_f^*) (\alpha_p + i\beta_p)^2 \end{vmatrix} = 0 \quad (6)$$

Раскроем определитель

$$k\omega^2 - [-\rho_{11}\alpha_2 \mu_f^* + (\rho_{11}\Gamma^* + \rho_{12}\alpha_1 \Lambda^*)] (\alpha_p + i\beta_p)^2 = 0 \quad (7)$$

где $k = \rho_{11}\rho_{22} - \rho_{12}^2$.

Выражение (7) запишем в виде

$$(\alpha_p + i\beta_p)^2 = \frac{k\omega^2}{\rho_{11}\Gamma^* + \rho_{12}\alpha_1 \Lambda^* - \rho_{11}\alpha_2 \mu_f^*} \quad (8)$$

Преобразуем комплексные модули зернистой среды

$$\begin{aligned} \Lambda^* &= \frac{1}{v_f' + i v_f''} \{[(\lambda_f' - \lambda_2') + \frac{2}{3}(\mu_f' - \mu_2')]\} + \\ &+ i[(\lambda_f'' - \lambda_2'') + \frac{2}{3}(\lambda_f'' - \mu_2'')] \} = \frac{\delta' + i\delta''}{v_f' + i v_f''} = \gamma' + i\gamma'' \end{aligned} \quad (9)$$

$$\gamma' = \frac{\delta' v_f' + \delta'' v_f''}{v_f'^2 + v_f''^2}, \quad \gamma'' = \frac{\delta'' v_f' - \delta' v_f''}{v_f'^2 + v_f''^2}$$

$$\delta' = [(\lambda_f' - \lambda_2') + \frac{2}{3}(\mu_f' - \mu_2')], \quad \delta'' = [(\lambda_f'' - \lambda_2'') + \frac{2}{3}(\lambda_f'' - \mu_2'')]$$

$$\Gamma^* = \alpha_2 \Lambda^* - \alpha_2 \lambda^*_{f'} - \alpha_2 \mu^*_{f'} - \alpha_2 \nu^*_{f'} \Lambda^* = \alpha_2 (\chi' + i\chi'')$$

$$\chi' = \gamma' - (\lambda'_{f'} + \mu'_{f'}) - (\nu'_{f'} \gamma' - \nu''_{f'} \gamma''), \quad \chi'' = \gamma'' - (\lambda''_{f'} + \mu''_{f'}) - (\nu'_{f'} \gamma'' + \nu''_{f'} \gamma')$$

Тогда (8) примет вид

$$(\alpha_p + i\beta_p)^2 = \frac{k\omega^2}{\rho_{11}\alpha_2(\chi' + i\chi'') + \rho_{12}\alpha_1(\gamma' + i\gamma'') - \rho_{11}\alpha_2(\mu'_{f'} + i\mu''_{f'})} \quad (10)$$

В знаменателе (10) выделим действительную и мнимую части, получим

$$(\alpha_p + i\beta_p)^2 = \frac{k\omega^2}{q_1 + iq_2} \quad (11)$$

$$q_1 = \rho_{11}\alpha_2(\chi' - \mu'_{f'}) + \rho_{12}\alpha_1\gamma', \quad q_2 = \rho_{11}\alpha_2(\chi'' - \mu''_{f'}) + \rho_{12}\alpha_1\gamma''$$

Разрешим соотношение (11) относительно действительной и мнимой частей

$$\alpha_p^2 - \beta_p^2 = \frac{k\omega^2 q_1}{q_1^2 + q_2^2}, \quad 2\alpha_p \beta_p = -\frac{k\omega^2 q_2}{q_1^2 + q_2^2} \quad (12)$$

Из системы (12) находим фазовую постоянную β_p и коэффициент затухания α_p

$$\beta_p = \sqrt{\frac{(\rho_{11}\rho_{22} - \rho_{12}^2)\omega^2(-q_1 + \sqrt{q_1^2 + q_2^2})}{2(q_1^2 + q_2^2)}} \quad (13)$$

$$\alpha_p = \sqrt{\frac{(\rho_{11}\rho_{22} - \rho_{12}^2)\omega^2 q_2^2}{2(q_1^2 + q_2^2)(-q_1 + \sqrt{q_1^2 + q_2^2})}} \quad (14)$$

Учитывая, что $\beta_p = \frac{\omega}{c_p}$, где c_p – скорость продольной волны, получим

$$c_p = \sqrt{\frac{2(q_1^2 + q_2^2)}{(\rho_{11}\rho_{22} - \rho_{12}^2)(-q_1 + \sqrt{q_1^2 + q_2^2})}} \quad (15)$$

Таким образом, в упругой, насыщенной жидкостью зернистой среде существует одна продольная волна, скорость которой определяются по формуле (15) и один коэффициент затухания α_l , который находится по формуле (14).

Введем следующее обозначение

$$\eta_1 = \sqrt{1 + \left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2} \quad (16)$$

Графики зависимости $\eta_1(\eta_2)$ от отношения q_2/q_1 ($\mu''_{f'}/\mu'_{f'}$) приведен на рисунке, где $q_1 = b_1$ ($\mu'_{f'} = \mu_1$) характеризует действительную часть модулей упругости зернистой среды, $q_2 = b_2$ ($\mu''_{f'} = \mu_2$) – мнимую часть.

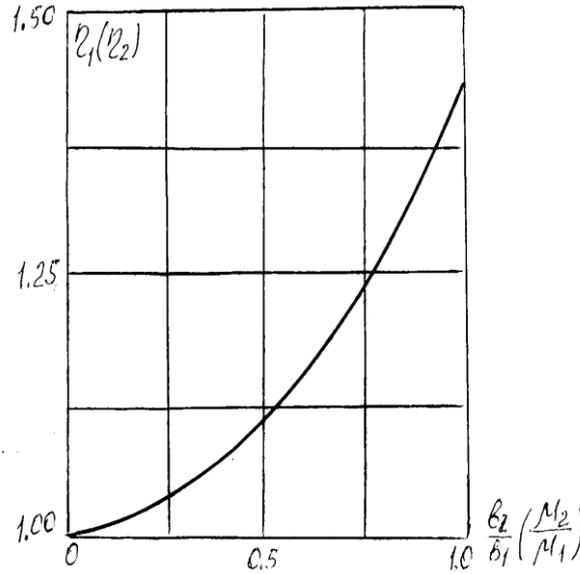


Рис. Зависимость $\eta_1(\eta_2)$ от $\frac{q_2}{q_1}$

Коэффициент затухания и скорость распространения продольной звуковой волны можно записать в другой форме

$$\alpha_p = \sqrt{\frac{(\rho_{11}\rho_{22} - \rho_{12}^2)\omega^2(\eta_1 - 1)}{q_1\eta_1^2}} \quad c_p = \sqrt{\frac{q_1\eta_1^2}{(\rho_{11}\rho_{22} - \rho_{12}^2)(\eta_1 - 1)}} \quad (17)$$

Вывод. Зная комплексные модули упругости, можно определить коэффициент затухания и скорость распространения продольных волн в упругих двухфазных зернистых средах.

Если связь между фазами отсутствует ($\rho_{12} = 0$) и мнимые части модулей упругости в фазах равны нулю, то из (15) или (17) следует, что скорость распространения продольных волн в зернистой среде равна скорости волн, распространяющиеся в чисто сплошной упругой среде [5]

$$c_p = \sqrt{\frac{\lambda_2 + 2\mu_2}{\rho_{22}}} = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho_2}} \quad (18)$$

2. Характеристики поперечной волны определяются из системы (3), если в них положить $C_{\sigma V}^j = 0$, $\sigma = 1, 2$

$$\begin{aligned} -\rho_{11}\omega^2 C_1^k + \rho_{12}\omega^2 C_2^k &= 0 \\ -\rho_{12}\omega^2 C_1^k + [\rho_{22}\omega^2 + \alpha_2\mu_f^*(\alpha_t + i\beta_t)^2]C_2^k &= 0 \end{aligned} \quad (19)$$

Отсюда находим

$$(\alpha_t + i\beta_t)^2 = -\frac{(\rho_{11}\rho_{22} - \rho_{12}^2)\omega^2}{\rho_{11}\alpha_2\mu_f^*} \quad (20)$$

Учитывая, что $\mu_f^* = \mu_f' + i\mu_f''$, разделим действительную и мнимую части, получим

$$\alpha_i^2 - \beta_i^2 = -\frac{(\rho_{11}\rho_{22} - \rho_{12}^2)\mu_f' \omega^2}{\rho_{11}\alpha_2(\mu_f'^2 + \mu_f''^2)}$$

$$2\alpha_i\beta_i = \frac{(\rho_{11}\rho_{22} - \rho_{12}^2)\mu_f'' \omega^2}{\rho_{11}\alpha_2(\mu_f'^2 + \mu_f''^2)}$$
(21)

Из системы (21) находим коэффициент затухания и фазовую постоянную

$$\alpha_i = \sqrt{\frac{k\omega^2 \mu_f''^2}{2\rho_{11}\alpha_2(\mu_f' + \sqrt{\mu_f'^2 + \mu_f''^2})}}, \quad \beta_i = \sqrt{\frac{k\omega^2(\mu_f' + \sqrt{\mu_f'^2 + \mu_f''^2})}{2\rho_{11}\alpha_2(\mu_f' + \mu_f'')}}}$$
(22)

Если ввести параметр η_2 следующим образом

$$\eta_2 = \sqrt{1 + \left(\frac{\mu_f''}{\mu_f'}\right)^2}$$
(23)

то соотношения (22) можно разрешить относительно любой пары величин α_i и β_i или μ_f' и μ_f'' :

$$\alpha_i = \sqrt{\frac{(\rho_{11}\rho_{22} - \rho_{12}^2)(\eta_2 - 1)\omega^2}{2\rho_{22}\mu_f'\eta_2}}, \quad \beta_i = \sqrt{\frac{(\rho_{11}\rho_{22} - \rho_{12}^2)(\eta_2 + 1)\omega^2}{2\rho_{22}\mu_f'\eta_2}}$$
(24)

или

$$\mu_f' = \frac{(\rho_{11}\rho_{22} - \rho_{12}^2)(\beta_i^2 - \alpha_i^2)\omega^2}{\rho_{22}(\beta_i^2 + \alpha_i^2)^2}, \quad \mu_f'' = \frac{2(\rho_{11}\rho_{22} - \rho_{12}^2)\alpha_i\beta_i\omega^2}{\rho_{22}(\beta_i^2 + \alpha_i^2)^2}$$
(25)

Скорость поперечной волны в зернистой среде будет

$$c_i = \sqrt{\frac{2\rho_{22}\mu_f'\eta_2^2}{(\rho_{11}\rho_{22} - \rho_{12}^2)(\eta_2 + 1)}}$$
(26)

Из (20) следует, что при малом затухании $\alpha_i \rightarrow 0$, $\mu_f'' = 0$ и $\alpha_2 = 1$

$$\rho_{11}\alpha_2\mu_f^* = (\rho_{11}\rho_{22} - \rho_{12}^2)c_i^2$$
(27)

Формула (27) совпадает с формулой работы [5].

Таким образом, зная комплексный модуль упругости $\mu_f^* = \mu_f' + i\mu_f''$, по формулам (24) и (25) легко определить коэффициент затухания α_i и скорость распространения поперечной звуковой волны c_i в насыщенной жидкостью зернистой среде и наоборот.

В случае, если связь между фазами слабая ($\rho_{12} \rightarrow 0$) и мнимая часть комплексного числа равна нулю ($\mu_f'' = 0$), то из (27) следует, что в зернистой среде распространяется чисто упругая поперечная волна, скорость которой определяется формулой

$$c_i = \sqrt{\frac{\mu_f}{\rho_{22}}} = \sqrt{\frac{\mu_2}{\rho_2}}$$
(28)

Пользуясь формулами (25), определим связь между $tg\varphi_2$, коэффициентом затухания α и фазовой постоянной $\beta_i = \frac{\omega}{c_i}$

$$tg\varphi_2 = \frac{\text{Im } \mu^*}{\text{Re } \mu^*} = \frac{2\alpha_t \beta_t}{\beta_t^2 - \alpha_t^2} \quad (29)$$

Логарифмический декремент затухания колебаний связан с $tg\varphi_2$ соотношением [11]

$$\delta = \pi \cdot tg\varphi_1 \text{ при условии } \cos\varphi_1 \approx 1 \quad (30)$$

С учетом равенства (27) получим

$$\delta = 2\pi \frac{\alpha_t \beta_t}{\beta_t^2 - \alpha_t^2} \quad (31)$$

Из (31) следует, что логарифмический декремент затухания связан с коэффициентом затухания α_t поперечной волны и фазовой постоянной β_t .

Список литературы

1. Biot M. A. Theory of propagation of elastic waves in a fluid-saturated porous solid I. Low-Frequency Range // J. Acoust. Soc. America. – 1956. v.28. № 2. – P. 168-178.
2. Biot M.A. Theory of propagation of elastic waves in a fluid- saturated porous solid. II. Higher Frequency Range // J. Acoust. Soc. America. – 1956. v. 28. № 2. – P. 179-191.
3. Борисов А.В., Буренин А.А., Поленов В.С., Чигарев А.В. Волновая динамика неоднородных и нелинейных структур с приложением к геомеханике и биомеханике // Смоленск. Универсум. – 2015. – 443 с.
4. Косачевский Л.Я. О распространении упругих волн в двухкомпонентных средах // ПММ. – 1959. – Т. 23. Вып. 6. – С. 1115-1123.
5. Масликова Т.И., Поленов В.С. О распространении нестационарных упругих волн в однородных пористых средах // Изв. РАН. МГТ. – 2005. – № 1. – С. 104-108.
6. Мешков С.И., Россихин Ю.А. О распространении звуковых волн в наследственно упругой среде // ПМТФ. -1968. – № 5. – С. 89-93.
7. Нигматулин Р.И. Основы механики гетерогенных сред. М.: Наука, 1978. 336 с.
8. Нигматулин Р.И. Механика многофазных сред. М.: Наука. Ч. 1. 1967. 464 с., ч. 2. 1967. 380 с.
9. Поленов В.С. Распространение упругих волн в насыщенной вязкой жидкостью пористой среде // ПММ. – 2014. Т. 78. Вып. 4. – С. 501-507.
10. Поленов В.С., Чигарев А.В. Распространение волн в насыщенной жидкостью неоднородной пористой среде // ПММ. – 2010. – Т 74, Вып. 2. – С. 276-284.
11. Постников В.С. Внутреннее трение в металлах М.: Металлургия, 1974. – 351 с.

НЕТРАНЗИТИВНОСТЬ КАК КРИТЕРИЙ ПОЛНОТЫ И АДЕКВАТНОСТИ

Сизиков В.П.

доцент кафедры высшей математики, канд. техн. наук, доцент,
Омский государственный университет путей сообщения, Россия, г. Омск

Проведён анализ проявлений феномена нетранзитивности с акцентом на возможность его укоренения в реальности. Установлена связь этого с моделированием в ДИС-технологии. Данный феномен вправе считаться ключевым в деле организации реальности.

Ключевые слова: ДИС-технология, модель, нетранзитивность, реальность, система.

1. Введение. В журнале «Наука и жизнь» регулярно стали появляться заметки, внимающие к нетранзитивности ($_T\#$) [1–2]. Это, конечно, требует особых уси-

лий, так как практически всё в традиционной науке привязано к транзитивности (Т#), в том числе отношения порядка и эквивалентности.

То, что заметки о $_T\#$ привязаны к блоку «Психологический практикум» с комбинациями на шахматной доске, склоняет к мысли, что сложность шахматных партий и, возможно, всех систем надеемся объяснить наличием у них феномена $_T\#$. Однако надежды эти не состоятельны. Об этом, в частности, свидетельствуют приведённые в [2] расхождения в степени доверия людей фактам нарушения Т# в различных примерах. Как-никак, а на примере с маркерами, несмотря на усложнение в нём формы фигур, доверие явно выше, чем на примере с костями и даже на наглядном примере с шестерёнками. Так что простота и Т#, а также сложность и $_T\#$ далеко не коррелируют.

Попробуем выявить причины наблюдаемых закономерностей в степени доверия людей фактам нарушения Т#. Вслед за этим станут ясны и масштабы распространения феномена $_T\#$ в реальности.

2. О какой нетранзитивности идёт речь? Говоря о феномене, важно надёжно определять совокупность и условия, в рамках которых этот феномен воспринимается. Даже отношения эквивалентности на одной совокупности могут быть с разными наборами классов эквивалентности, т.е. выполнение феномена эквивалентности при одних условиях не гарантирует его выполнения при других условиях. Это следует учитывать и при рассмотрении Т# и $_T\#$.

Главное, что не предусмотрено в заметках [1–2], так это традиционное понятие и восприятие феномена Т# через условие, проверяемое одновременно на всех элементах совокупности. Примеры в [1–2] оставляют эти элементы, по сути, за бортом восприятия. Приводятся лишь кадры, из которых читатель должен ещё как-то сложить во времени требуемые для проверки на Т# и $_T\#$ элементы. На деле приходится сравнивать не одновременно воспроизводимые элементы как кадры реальности, а некие выстраиваемые для них оценки – элементы качественно другой, как правило, искусственной природы.

Так, в примере с костями феномен $_T\#$ не имеет прямого отношения к тройке выпадающих на костях значений, тем более что в каждом конкретном случае эта тройка значений заведомо будет с условием Т#. На деле здесь речь идёт о сравнении оценок в ранге вероятностей превосходства значений одной кости над значениями другой. Причём нет гарантии того, что феномен $_T\#$ заведомо проявит себя при проведении миллиона экспериментов, т.е. феномен $_T\#$ здесь может, в принципе, и не получить практического доказательства.

Далее, в примере с шестерёнками феномен $_T\#$ сбывается исключительно при изоляции пары экспериментальных шестерёнок от остальных. Добиться соединения шестерёнок в единый комплекс с проявлением в нём феномена $_T\#$ невозможно в принципе. В свою очередь, уход от единого комплекса означает, по сути, отсутствие совокупности элементов, на которой принято определять понятие Т# и выявлять феномен $_T\#$. Другими словами, сам вопрос о феномене $_T\#$ здесь не вполне корректен. Потому и нет ничего удивительного, что на примере с шестерёнками разговор о феномене $_T\#$ встречает недоверие.

Иное дело в, казалось бы, более сложном примере с маркерами. Хотя здесь тоже тройка элементов приводится в парном рассмотрении, мысленно оказывается возможным эту тройку элементов объединить в единый комплекс с чётким проявлением феномена $_T\#$ по факту окраски одного элемента другим. А именно, достаточно вместо двумерно изображённого элемента взять его трёхмерный аналог в

ранге тела, образованного вращением двумерного изображения вокруг средней линии окаймляющего прямоугольника. Карандаш при этом представится выделяющимся тонким диском у тела. Придвинув такие тела вращения до касаний, мы и получим пример требуемого единого комплекса. Здесь имеем уже «живой» пример воплощения $_T\#$ в реальности, оттого, скорее, и получающий максимум доверия.

Такие вот серьёзные контрасты по вниманию к феномену $_T\#$ есть уже в самих заметках [1–2]. Похоже, в большинстве случаев феномен $_T\#$ является искусственно надуманным, не имеющим оснований признавать его качеством, присутствующим самой реальности. Однако возможны и исключения из этого, пример чего даёт случай с маркерами.

3. Какая нетранзитивность присуща реальности? Разберёмся сначала, почему в примере с маркерами оказывается возможным «живой» пример воплощения $_T\#$ в реальности. А уже через это поймём, как $_T\#$ может быть укоренена в реальности.

Если бы в примере с маркерами делалась попытка ограничиться лишь длинами карандашей, не меняя формы брусков, к которым крепятся карандаши, успехи на получение феномена $_T\#$ были бы пусты, так как они сводились бы к сравнению трёх чисел, выражающих длины карандашей. Успех приходит вслед за формированием на каждом из брусков углубления на месте воздействия встречного «более слабого» карандаша. Именно эти углубления и позволяют добиться $_T\#$ в примере влияния карандашей. Так что, наряду с длиной карандаша l_i у бруска с номером $i \in \{0, 1, 2\}$, важной оказывается ещё наличие и глубина h_i ямы у этого бруска на месте, соответствующем воздействию встречного «более слабого» карандаша. Если (l_0, h_0) , (l_1, h_1) , (l_2, h_2) – три пары таких значений, то реализуемая без больших хлопот тройка условий $l_0 + h_0 > l_1$, $l_1 + h_1 > l_2$ и $l_2 + h_2 > l_0$ будет означать выполнимость феномена $_T\#$, в котором брусок с номером 0 помечает своим карандашом брусок с номером 1, но не наоборот, брусок с номером 1 помечает своим карандашом брусок с номером 2, но не наоборот, и брусок с номером 2 помечает своим карандашом брусок с номером 0, но не наоборот. Очевидно, такой феномен $_T\#$ с маркерами может быть реализован для произвольного количества брусков, начиная с трёх.

Задумываясь над возможным укоренением $_T\#$ в реальности, следует сразу принимать во внимание ассоциирование $_T\#$ с циклами в противовес $T\#$, ассоциирующей с монотонными безвозвратными перемещениями. Тем самым $_T\#$ имеет прямое отношение к представлениям о процессах-системах [3] как круговоротах ресурсов. Для организации таких систем нужны, как минимум, два параметра, выражающие величины двух типов ресурса – актива и пассива. Это соответствует парам значений (l_i, h_i) в примере с маркерами. Кроме того, в примере с маркерами важно было согласование мест расположения карандашей и ям на брусках. Расположив ямы в других местах на брусках, можно сделать порядок влияния обратным или вовсе лишиться феномена $_T\#$. Этот момент указывает на актуальность структурного аспекта в ранге оргграфов у процессов-систем, причём проработки актива и пассива должны проходить независимо друг от друга, т.е. нужны два типа рёбер в оргграфе.

Вот так, возможно, на удивление кому-то феномен $_T\#$ на примере с маркерами приводит к началам ДИС-технологии [3], стоило только задуматься над укоренением $_T\#$ в реальности.

4. Нетранзитивность как критерий полноты и адекватности. Одно лишь предположение о наличии в реальности неких законов сохранения уже делает

неизбежным существование в ней процессов-систем как кругооборотов ресурса. Вслед за этим автоматически проистекают ассоциации с присутствием феномена $_T\#$ во всём, что является объектом реальности со статусом системы. Таким образом, отсутствие подходящего феномена $_T\#$ в той или иной модели системы служит явным свидетельством неадекватности этой модели.

Впрочем, часто бывает, когда исследуется какое-то локальное явление без внимания к выходу на объект реальности со статусом системы. Здесь, как правило, вполне хватает ассоциаций с $T\#$, а о феномене $_T\#$, даже если именно он будет составлять суть происходящего, не помышляют. Однако в таких случаях нет оснований уповать на какие-либо законы сохранения и следующие из них базовые уравнения или соотношения. Даже такой традиционный закон, как действие равно противодействию, строго говоря, неверен и на деле работает лишь как соглашение в подходящих рамках аппроксимации реальности. В таких подходах нет полноты, прежде всего, системной полноты в факте формирования модели, так что адекватности здесь тоже, строго говоря, нет.

И, наоборот, если в модели обнаружился феномен $_T\#$, это указывает на существование в модели процедуры кругооборота подходящего ресурса, на наличие в ней элементов со статусом системы. Даже в случае, когда модель в целом не является адекватной, обнаруженный в ней феномен $_T\#$ может послужить обнаружению в реальности качественно новых объектов-систем. В частности, на базе примера с маркерами вполне можно создать подходящую автоматизированную систему с меняющимися значениями (l_i, h_i) .

Так что $_T\#$ вправе служить критерием полноты и адекватности моделей.

5. Заключение. Итак, феномен $_T\#$ вправе считаться ключевым в деле организации реальности. При этом суть $_T\#$ заключается не в превосходстве одного над другим, а в обеспечении согласования и синтеза в реальности.

А недостаток внимания к $_T\#$ связан, скорее, с нежеланием признавать прогрессивное значение новой системной методологии в ранге ДИС-технологии [3]. На деле феномен $_T\#$ уже помог в рамках ДИС-технологии выявить и преодолеть множество тупиков и парадоксов в науке.

Список литературы

1. Поддьяков А. Правило транзитивности против нетранзитивности выбора // Наука и жизнь. 2017. № 3. С. 130–137.
2. Поддьяков А. Нетранзитивность превосходства: продолжение темы // Наука и жизнь. 2017. № 7. С. 112–116.
3. Сизиков В. П., Разумов В. И. Понимание процесса как системы в развитии вычислительной математики [Текст] // Современные тенденции развития науки и технологий: Сб. науч. тр. по матер. XI Междун. науч.-прак. конф. 29 февраля 2016 г. Белгород : ИП Ткачёва Е. П., 2016. № 2–1. С. 14–24. То же [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.issledo.ru> (дата обращения: 25.07.2017).

СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ»

ПОЛУСТАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ

Вахнин К.О., Колесник А.В., Шалаева А.А.

студенты, Уральский государственный медицинский университет,
Россия, г. Екатеринбург

Очень важной в практическом смысле величиной, характеризующей структурную организацию живых систем, является поверхностная активность. Измерение поверхностного натяжения плазмы, сыворотки, мочи и спинномозговой жидкости имеет существенное значение для диагностики ряда заболеваний. В статье рассматриваются полустатические методы определения поверхностного натяжения, как одного из наиболее важных свойств дисперсных систем.

Ключевые слова: поверхностное натяжение, поверхностная активность, сигма, стагмометр, максимальное давление пузырька.

Существующие методы определения поверхностного натяжения делятся на три группы: статические, полустатические и динамические. В данной статье сравниваются полустатические методы: метод максимального давления пузырька и стагмометрический метод.

Полустатическими называются методы определения поверхностного натяжения границы раздела фаз, возникающей и периодически обновляемой в процессе измерения. Эти методы позволяют определить равновесное значение поверхностного натяжения, если измерения производятся в таких условиях, что время, в течение которого происходит формирование поверхности раздела, значительно больше времени установления равновесия в системе.

МЕТОД МАКСИМАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ В ПУЗЫРЬКАХ

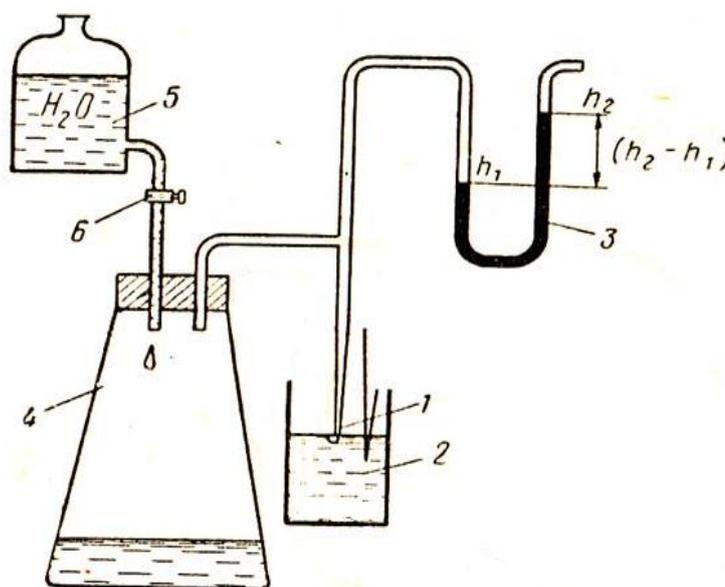


Рис. 1. Установка Ребиндера

Капиллярная трубка (1) опущена в стаканчик (2) с исследуемой жидкостью так, что конец капилляра только касается поверхности жидкости (при более глубоком погружении конца капилляра в жидкость придется учитывать давление столба жидкости от ее уровня в стаканчике до уровня отверстия капилляра). Капилляр соединен резиновыми трубками с жидкостным манометром 3 и большой колбой 4, в которой можно создавать повышенное давление (в сравнении с внешним атмосферным давлением). Повышение давления в колбе 4 создается путем переливания в нее воды по каплям из расположенного выше нее сосуда 5 с краном 6. Скорость вытекания воды из сосуда 5 в колбу 4 можно регулировать с помощью крана 6 и винтового зажима (не показан на рисунке).

Капли, падающие из сосуда 5 в колбу 4, уменьшают объем воздуха в колбе и тем самым незначительно повышают давление в ней и в соединенных с нею капилляре 1 и манометре 3. По мере вытекания воды капля за каплей из сосуда 5 в колбу 4 давление в последней повышается и разность уровней жидкости в манометре 3 постепенно увеличивается. Когда это увеличение давления будет уравновешивать добавочное давление Δp под искривленной поверхностью жидкости в капилляре, из конца капилляра выскочит пузырек воздуха. В этот момент максимального давления в пузырьке нужно сделать отсчет максимальной разности уровней в коленях манометра 3, так как после отрыва пузырька от конца капилляра давление в колбе 4, капилляре 1 и манометре 3 упадет.

В методе Ребиндера определение поверхностного натяжения основывается на следующем. Известно, что капля жидкости, находясь во взвешенном состоянии в воздухе, стремится иметь поверхность с наименьшей поверхностной энергией в виде шара с радиусом R . Это дает право считать, что в результате искривления поверхности в жидкости капли создается добавочное давление P , зависящее от сил поверхностного натяжения и направленное к центру кривизны поверхности жидкости:

$$\Delta P = \frac{2\sigma}{R} \quad (1)$$

В нашей экспериментальной установке используются измерение избыточного давления, воздуха, которое определяется по разности уровней жидкостного манометра: $h_2 - h_1$ (манометрическое давление, соответствующее моменту образования пузырька воздуха, вырвавшегося из капиллярной трубки)

$$\Delta P = \rho g (h_2 - h_1) = \rho g \Delta h \quad (2)$$

где ρ – плотность жидкости в манометре (спирт), g – ускорение свободного падения

Таким образом, коэффициент поверхностного натяжения исследуемой жидкости из формул (1) и (2) равен:

$$\sigma = \frac{R \Delta P}{2} = \frac{R \rho g (h_2 - h_1)}{2} = A \Delta h \quad (3)$$

СТАЛАГМОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД

Сталагмометр представляет собой пипетку Мора, заканчивающуюся толстостенным капилляром, благодаря чему жидкость вытекает из него не струей, а по каплям.

Определение поверхностного натяжения этим методом заключается в сравнении количества капель при истечении из сталагмометра исследуемой жидкости

(n_x) и жидкости ($n_{ст}$) с известным поверхностным натяжением ($\sigma_{ст}$). Значение поверхностного натяжения исследуемой жидкости рассчитывают по формуле:

$$\sigma_1 = \sigma_o \frac{\rho_x \times n_o}{\rho_o \times n_x}$$

где ρ_x и $\rho_{ст}$ – плотность исследуемой и стандартной жидкостей.

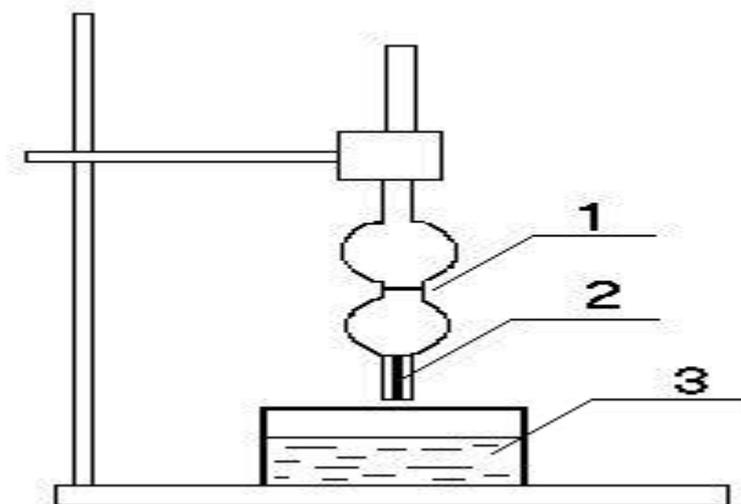


Рис. 2. Сталагмометр

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Таблица 1

Поверхностное натяжение водных растворов этилового спирта при 293 °К

$\omega\%$	Табл.значения (Эрг/см ²)	Сталагмометр (Эрг/см ²)	Уст. Ребиндера (Эрг/см ²)
26,4	24,4	37,81	37,438
46,3	28,9	30,58	33,304
88,3	36,4	27,387	26,014

ВЫВОДЫ

В процессе определения поверхностного натяжения водных растворов этилового спирта при 293 °К в двух из трёх контрольных точек метод Ребиндера оказался точнее Сталагмометрического метода. В процессе работы были выделены достоинства и недостатки каждого метода.

МЕТОД МАКСИМАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ В ПУЗЫРЬКАХ

Достоинства:

- 1) точность определения по данному методу достигает нескольких десятых процента;
- 2) угол смачиваемости может быть любым;
- 3) измерения могут проводиться быстро;
- 4) характеризует натяжение свежесформированных поверхностей жидкость-воздух;
- 5) метод пригоден для дистанционных измерений;

б) можно использовать для определения поверхностного натяжения жидкостей, с которыми трудно работать (расплавы Me);

7) объём исследуемой жидкости мал (хватит 1го мл).

Недостатки:

1) нельзя использовать для исследования старения жидкостей.

СТАЛАГМОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД

Достоинства:

1) прост в использовании.

Недостатки:

1) затруднительно рассчитывать сигму растворов ПАВ;

2) слишком большая продолжительность замеров по времени.

Список литературы

1. Адамсон А. Физическая химия поверхностей – издательство МИР, Москва, 1979. – 568 с.

2. Филимонов М.М., Новиков Д.А. Поверхностное натяжение биологических жидкостей. – Мн. БГУ, 2004. – 20 с.

3. Ф.Г. Гаврюченкова, М.И. Курочкина, А.А. Потехина, В.А. Рабинович. Химия, справочное руководство. – М.: ХИМИЯ, 1975. – 573 с.

4. A. Manfred, D. Dietrich, T. Eberhard. CHIMICA ein wissensspeicher – Veb deutscher verlag für grundstoffindustrie, Leipzig 1972 – 337 p.

СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ»

СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *GYMNADENIA CONOPSEA* (L.) R. BR. (ORCHIDACEAE) НА БИЕ-ЧУМЫШСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Важов С.В.

доцент кафедры естественнонаучных дисциплин, канд. биол. наук, доцент,
Алтайский государственный гуманитарно-педагогический
университет им. В.М. Шукшина, Россия, г. Бийск

В статье приводятся данные о ценопопуляции кокушника длиннорогого *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. (Orchidaceae) на территории Бие-Чумышской возвышенности (Алтайский край). На склоне юго-западной экспозиции размещены 4 группы скопления из 43 особей, среди которых 10 – генеративных. В ценопопуляции *G. conopsea* 14 видов растений из 11 семейств являются сопутствующими. Нерациональное природопользование представляет угрозу для популяции, которая нуждается в охране.

Ключевые слова: *Gymnadenia conopsea*, ценопопуляция, сопутствующие виды, Алтайский край.

Алтайский край принадлежит к числу развитых сельскохозяйственных регионов России, кроме того, на его территории активно расширяется туристско-рекреационная сфера, что негативно сказывается на биоразнообразии. Значительная часть флоры в крае произрастает на территории Бие-Чумышской возвышенности, которая представляет собой увалисто-волнистую равнину, расположенную в возвышенной лесостепи (275–400 м).

За многие годы деятельность человека способствовала трансформации исходной флоры Бие-Чумышской возвышенности, возросла степень редкости представителей многих видов растений, численность их популяций сократилась.

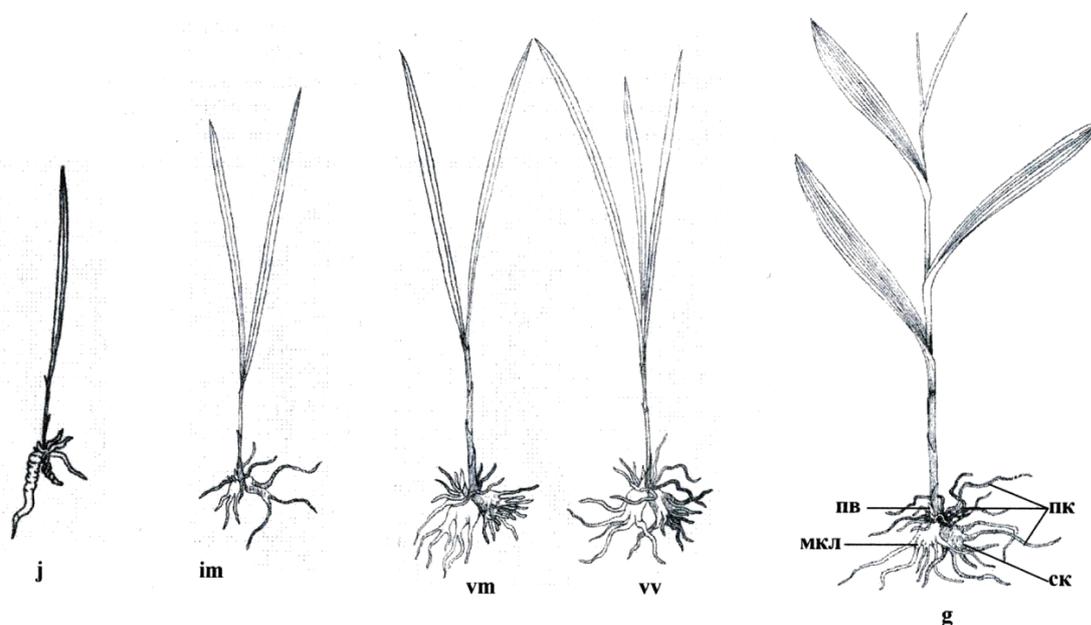
Семейство Orchidaceae Juss. – одно из крупнейших среди покрытосеменных [4]. Практически все виды семейства орхидных являются редкими, более половины представителей семейства орхидных на территории нашей страны внесены в Красные книги федерального и региональных уровней [6]. Общая численность видов семейства Orchidaceae Juss. на территории Алтайского края – 27, из них 10 видов внесены в Красные книги [8].

Кокушник длиннорогий – *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. как лекарственное, декоративное и медоносное растение, нуждается в охране, предрасположен к снижению численности в связи с расширением хозяйственной деятельности в регионе. Его локальные популяции представлены колониями растений в отдельных местопроизрастаниях в Алтайском крае. Однако не нашли своего разрешения многие неясные вопросы в отношении механизмов устойчивости популяций *G. conopsea* к антропогенному воздействию в пределах преобразованных аграрных и селитебных ландшафтов. Нами обнаружена и изучена в 2017 г. ценопопуляция *G. conopsea* расположенная в верховье бассейна реки Ангуреп в Бие-Чумышской возвышенности.

В основу работы положены данные, полученные в полевых экспедициях, отдельные методы популяционного мониторинга редких и исчезающих видов растений [1]. Выделен диффузно-рассеянный тип пространственной структуры, при ко-

тором особи рассеяны небольшими группами [9]. По числу особей исследованная ценопопуляция относится к малочисленной группе. Популяция вида занимает общую площадь 32 м². Местообитание: склон холма юго-западной экспозиции сухостепного типа увлажнения: 52°49'36,3" с. ш.; 86°06'12,7" в. д.

В аспекте типов онтогенетических состояния особей (рисунок) можно сделать вывод о том, что для изученной ценопопуляции характерны в основном молодые особи (70-88%). Молодая возрастная структура ценопопуляции способствует снижению влияния отрицательных последствий неблагоприятных метеорологических условий на численность вида. Присутствие даже небольшого количества генеративных особей (12-30%) обеспечивает хорошее поступление семян в почву, способствует стабильной численности растений в ценопопуляции [1, 5].



j – ювенильная; im – имматурная; vm – молодая виргильная; vv – взрослая виргильная;
g – генеративная; пк – придаточные корни; пв – почка возобновления;
мкл – молодой клубень; ск – старый клубень

Рис. Онтогенетические состояния *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br.
(Быченко Т.М., 1992; по Быченко Т.М., 2008)

Изучение в фитоценозе сопутствующих видов говорит о том, что совместно с кокушником длиннорогим произрастает 14 видов из 11 семейств (*Stipa pennata* L., *Pedicularis sibirica* Vved., *Galium ruthenicum* Willd., *Plantago urvillei* Opiz., *Veronica incana* L., *Dianthus versicolor* Fisch. ex Link, *Origanum vulgare* L., *Hypericum perforatum* L., *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt, *Trifolium lupinaster* L., *Poligonatum odoratum* Mill., *Medicago falcata* L., *Cenolophium denudatum* (Hornem.) Tutin (*C. fischeri* (Spreng.) Koch), *Lathyrus pratensis* L.). Отдельные из них активно заселяют территорию и составляют конкуренцию *G. conopsea*: *Stipa pennata*, *Pedicularis sibirica* Vved., *Galium ruthenicum* Willd. и *Plantago urvillei* Opiz., остальные виды размещены в фитоценозе в небольшом количестве. Соответственно размещению растений на площади изменяется расстояние между особями (от 12–17 см до 95–120 см) и покрытие (от 60-65% до 4-5%).

Морфометрические параметры генеративных особей кокушника длиннорого несколько отличаются по показателям групп, но динамику их можно назвать однотипной (таблица).

Таблица

**Морфометрические параметры генеративных особей
Gymnadenia conopsea (L.) R. Br.**

Показатель	Длина листа, см				Ширина листа, см			
	группа				группа			
	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>M</i>	11	12	11	11	1.4	1.5	1.4	1.3
<i>m</i>	1.02	0.99	0.86	0.83	0.14	0.22	0.19	0.13
<i>min</i>	6	7	6	8	1	0.5	0.5	1
<i>max</i>	15	16	16	14	2	2.5	2.5	2
	Кол-во листьев, шт./раст.				Длина соцветия, см			
<i>M</i>	6	5.8	6.4	7	12	12	12	13
<i>m</i>	0.48	0.33	0.31	0.65	1.39	1.25	0.97	1.44
<i>min</i>	5	5	5	5	5	6	8	8
<i>max</i>	9	7	7	9	19	20	18	19

Примечание: *M* – среднее арифметическое; *m* – стандартная ошибка; *min/max* – минимальное/максимальное значение признака.

Сложившееся в обществе мировоззрение не позволяет изменить сегодняшний стереотип природопользования на Алтае. Многочисленные факты экологического неблагополучия окружающей природной среды затрудняют понимание сущности современных природоохранных задач [2, 3, 7]. Поэтому становятся все более актуальными вопросы изучения растений, подверженных возрастающему негативному воздействию и снижающих свою численность, в природной обстановке. Это в полной мере можно отнести к ценопопуляции кокушника длиннорого *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. (Orchidaceae), расположенной на Бие-Чумышской возвышенности.

Данные, приведенные в статье, получены при выполнении темы НИР: "Реализация краеведческого подхода в географическом образовании через научно-исследовательскую деятельность", номер госрегистрации № АААА-А17-117011000005-0.

Список литературы

1. Быченко Т.М. Методы популяционного мониторинга редких и исчезающих видов растений Прибайкалья: учебное пособие. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. пед. ун-та, 2008. 164 с.
2. Важова Е.В., Черемисин А.А., Важов В.М. Прикладная графика как средство изучения краеведения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. №6 (часть 2). С. 278-280.
3. Важова Т.И. Особенности природной флоры Бийска // Вопросы природопользования и методические аспекты их изучения: сб. науч. и метод. статей. "Бийский педагоги-

ческий университет имени В.М. Шукшина"; научный редактор: В.М. Важов. Бийск, 2003. С. 25-31.

4. Важова Т.И., Черных О.А., Сулименкина О.Ю. Орхидеи г. Бийска Алтайского края // Алтай: экология и природопользование: Тр. 11 росс.-монг. научн. конф. ФГБОУ ВПО "Алтайская государственная академия образования имени В.М. Шукшина"; ответственный редактор: В.М. Важов. Бийск, 2012. С. 62-68.

5. Валуйских О.Е., Тетерюк Л.В. Структура и динамика краевых популяций *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. (Orchidaceae) на известняках европейского Северо-Востока России // Экология. 2013. №6. С. 420-427.

6. Варлыгина Т.И. Охрана орхидных России на государственном и региональном уровнях // Охрана и культивирование орхидей. Материалы IX Международной конференции (26–30 сентября 2011 г.). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. С. 76–80.

7. Русанов Г.Г., Важов С.В. Нерешённые проблемы озёр Манжерокское и Ая. Бийск: ФГБОУ ВО «АГППУ», 2017. 168 с.

8. Сулименкина О.Ю. Ботанические памятники природы Алтая / О.Ю. Сулименкина, С.В. Важов, В.М. Важов // Успехи современного естествознания. 2015. №1 (часть 6). С. 1063.

9. Фардеева М.Б. Орхидные Республики Татарстан: биология, экология, вопросы охраны: автореф. дисс. канд. биол. наук. М., 1997. 28 с.

СЕКЦИЯ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ»

ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РЯЖЕНКИ

Домацкий В.Н.

д-р биол. наук, профессор,
Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Россия, г. Тюмень

Тарачева М.И.

студентка, Государственный аграрный университет Северного Зауралья,
Россия, г. Тюмень

В статье рассматриваются результаты исследований оценки качества кисломолочного продукта ряженки разных производителей на соответствие требованиям ГОСТ. Оценка проведена по внешнему виду упаковки, маркировке, органолептическому анализу.

Ключевые слова: ряженка, ветеринарно-санитарная экспертиза, ГОСТ, внешний вид, упаковка, маркировка, органолептический и люминесцентный анализ.

Ряженка относится к кисломолочным продуктам, производится путем сквашивания топленого молока с добавлением молочных продуктов или без их добавления с использованием заквасочных микроорганизмов – термофильных молочно-кислых стрептококков с добавлением болгарской молочнокислой палочки или без ее добавления [1].

Ряженка содержит в большом количестве витамины А, В, С и РР, макро- и микроэлементы: фосфор, магний, цинк, железо. Ее белок легко усваивается и не отягощает желудок. Рекомендуют при различных заболеваниях (дисбактериозах и дисбиозах), способствует нормализации биохимических реакций и физиологических функций организма [2].

В настоящее время ряженка является одним из наиболее популярных продуктов питания для многих людей. В связи с этим проблема качества продукта является актуальной.

Объектами исследования были выбраны 3 вида ряженки с 4% содержанием жира: «Першинская» изготовителя ООО «Тюменьмолоко», «Деревенская» изготовителя ОАО «Чебаркульский молочный завод» и «Бердюжье» изготовителя ООО «Молоко» Бердюжский район, Тюменская область.

Оценку качества продукта проводили по состоянию внешнего вида и упаковки, органолептическим показателям – внешний вид, вкус, запах, цвет, консистенция (ГОСТ 31455-2012) [1]. Также использовали люминесцентный анализ (люминоскоп «Филин») и пробу отстаивания.

В результате визуального осмотра внешнего вида и изучения маркировки на упаковке продукта было установлено, что все испытуемые образцы отвечают требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности упаковки» [3]. Картонные упаковки – чистые, ровные, прочные, без вмятин, порезов; герметичность и целостность их не нарушена.

Маркировка также соответствует требованиям Технического регламента Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» [4], то есть содержит всю необходимую информацию – наименование пищевой продукции; массовую долю жира; наименование и местоположение предприятия-изготовителя; массу

нетто продукта; состав; пищевую и энергетическую ценность; условия хранения; дату изготовления; срок годности; обозначение стандарта.

В качестве обозначения документа только в образце № 3 (ряженка «Бердюжье») указан номер ГОСТ 31455-2012, а в других образцах номера ТУ.

Также в образце №3 (Ряженка «Бердюжье») неверно указана калорийность продукта. На упаковке написано 30кКал на 100г продукта. Истинная калорийность ряженки «Бердюжье» составляет 62,8 кКал на 100 г продукта. Это в 2 раза выше той, что указана на упаковке. Это может вводить в заблуждение потребителей, особенно тех, кто ведет подсчет калорий.

Наряду с этим была выявлена количественная фальсификация в образце №2 (ряженка «Деревенская»), т.к. отклонение от массы нетто, указанной на упаковке составляет 4,6% (предельно допустимая 3%).

Исследование органолептических показателей. Цвет – определяли в чистом прозрачном стакане, консистенцию и внешний вид – визуально, отмечая однородность и густоту продукта. Вкус и запах определяли органолептически, учитывая наличие посторонних привкусов и запахов.

В соответствии с ГОСТ 31455-2012 [1] образцы должны соответствовать следующим показателям:

Внешний вид и консистенция – однородная жидкость без газообразования, с нарушенным или ненарушенным сгустком. Вкус и запах – чистые, кисломолочные, с выраженным привкусом пастеризации. Цвет – светло-кремовый, равномерный по всей массе.

Сравнение исследуемых образцов ряженки:

Образец №1 – Ряженка «Першинская». Внешний вид и консистенция – очень жидкая, однородная, с ненарушенным сгустком. Вкус и запах – кисломолочные, с выраженным привкусом пастеризации. Цвет – молочный, почти белый, равномерный по всей массе.

Образец № 2 – Ряженка «Деревенская». Внешний вид и консистенция – однородная, с ненарушенным сгустком. Вкус и запах – ярко выраженный кислый, с привкусом пастеризации. Цвет – светло-кремовый, равномерный по всей массе.

Образец № 3 – Ряженка «Бердюжье». Внешний вид и консистенция – густая, с нарушенным сгустком. Вкус и запах – ореховый, сладковатый, с привкусом пастеризации. Цвет – насыщенный кремовый, равномерный.

Проведя исследование органолептических характеристик ряженок можно сделать вывод о том, что, в основном, все исследуемые образцы отвечают требованиям ГОСТ 31455-2012 и Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 [1,5]. В образце №1 наблюдалась крайне жидкая консистенция и почти белый цвет, но вкусовые качества были в норме. В образце №3 наблюдалась густая консистенция с нарушенным сгустком, но по вкусовым качествам она оказалась лучше остальных. В образце №2 никаких отклонений от ГОСТа не наблюдалось, помимо более ярко выраженного кисломолочного привкуса.

Люминесцентный анализ. Люминоскоп «Филин» предназначен для определения качества пищевых продуктов методом люминесцентного анализа в лабораториях ветеринарно-санитарной экспертизы, санитарно-эпидемиологического надзора, санитарно-пищевых и технологических лабораториях предприятий общественного питания [6].

Люминесцентный анализ позволяет достаточно быстро определить качество продукта и ее фальсификацию.

Метод люминесцентного анализа применяли при проведении ветеринарно-санитарной экспертизы ряженки, определяя наличие примесей и бактериальную обсемененность. Анализ результатов исследования показал, что все образцы ряженки соответствуют требованиям ГОСТ [1].

Проба отстаивания. Для того чтобы проверить образцы на наличие отстоя жидкой части – сыворотки, пробы ряженки оставляли на сутки.

Образец №1 – Ряженка «Першинская» никак не изменила своей консистенции, осталась такой же жидкой, какой и была.

Образец № 2 – Ряженка «Деревенская» немного загустела, но в целом осталась в меру жидкой.

Образец № 3 – Ряженка «Бердюжье» хорошо загустела, консистенция стала плотной, не переливалась в стакане, а при взятии пробы ложкой оставался след в продукте – «ямка».

Выводы

1. По внешнему виду, состоянию упаковки и маркировки образцы ряженки соответствуют показателям качества ГОСТ 31455-2012, за исключением:

- количественной фальсификации в образце №2 (ряженка «Деревенская»), т.к. отклонение от массы нетто составляло 4,6%, когда предельно допустимым считается 3%;

- неверно указанной калорийности в образце №3 (Ряженка «Бердюжье»). Истинная калорийность составила 62,8 кКал на 100г продукта, а на упаковке указано 30 кКал.

2. По органолептическим показателям все образцы ряженки отвечают требованиям ГОСТ 31455-2012, но в образце №3 (ряженка «Бердюжье») отмечено нарушение сгустка консистенции.

3. При люминесцентном анализе микробной обсемененности не было установлено.

4. По результатам всех проведенных исследований следует, что, в основном, все образцы отвечают требованиям ГОСТ 31455-2012 и могут поступать в свободную реализацию.

Список литературы

1. ГОСТ 31455-2012. Ряженка. Технические условия. М.: Стандартинформ. – 2013. 8 с.
2. Горбатова К. К., Гунькова П. И. Биохимия молока и молочных продуктов: учеб.; под общ. ред. К. К. Горбатовой. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2010. – 336 с.
3. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки». 35 с.
4. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки». 29 с.
5. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». 242 с.
6. Люминскоп «Филин». Руководство по эксплуатации. ЖИГН 346.160.009 ПС. СПб.: НПО «Петролазер», 2005. 8 с.

СУБЛИМАТОР С СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫМ ГЕНЕРАТОРОМ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ

Ершова И.Г.

доцент кафедры машиноведения, канд. техн. наук,
Чувашский государственный педагогический университет имени И.Я. Яковлева,
Россия, г. Чебоксары

Ершов М.А.

доцент кафедры, канд. хим. наук,
Чувашский государственный педагогический университет имени И.Я. Яковлева,
Россия, г. Чебоксары

Поручиков Д.В.

руководитель IT-отдела, ООО «СМК», Россия, г. Москва

Белова М.В.

доцент кафедры, д-р техн. наук, АНО ВО «АТУ», Россия, г. Новочебоксарск

В статье рассматривается сублиматор. Сублиматор с сверхвысокочастотным генератором для сушки замороженного продукта представляет собой вертикальную цилиндрическую камеру с нижним и верхним люками и патрубками для вакуум-насоса и слива отходов, разделенную на две части с помощью многослойных перфорированных перегородок из неферромагнитного материала, причем в ее нижней части, служащей объемным резонатором СВЧ-генератора, расположена диэлектрическая мешалка, а в верхней части камеры установлен конденсатор-вымораживатель, соединенный с холодильным контуром, расположенным с внешней стороны камеры, при этом генераторный блок герметично закреплен к объемному резонатору с внешней стороны так, что магнетрон направлен вовнутрь, а мотор редуктор привода мешалки установлен под нижним основанием цилиндрической камеры.

Ключевые слова: сублиматор, генератор, сверхвысокочастотные волны.

Известно, что одним из новых способов консервации продуктов является сублимационная сушка [1, с. 173] и [2, с. 272]. Сублимация – это одна из разновидностей парообразования. В отличие от тепловой сушки сублимационная сушка протекает при низких температурах и глубоком вакууме. При этом большая часть влаги испаряется из продукта, находящегося в замороженном состоянии, без плавления кристаллов льда. В слое продукта, высушенном методом сублимации, сохраняются объем и структура ткани, а также первоначальные свойства (цвет, вкус и запах). В технологическом процессе сублимационной сушки продукты сначала быстро замораживают, потом помещают в вакуумную камеру, где производится откачка остаточных газов до давления 130...330 Па. Такой вакуум обеспечивает испарение влаги из продукта при температуре -10...-15°C.

Технологической задачей изобретения является интенсификация технологического процесса сублимационной сушки замороженного продукта.

В предлагаемом сублиматоре, с целью уменьшения продолжительности сушки сырья, подогрев сырья осуществляется не за счет горячей воды, протекающей внутри эжектора, а за счет воздействия энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Сверхвысокочастотный нагрев позволяет подводить тепло рав-

номерно по всему объему, это позволяет уменьшить продолжительность сушки в 10 раз и более, что обеспечивает, в конечном счете, не только уменьшение стоимости сушки в 2...5 раз, но и улучшает качество сушеной продукции.

С помощью многослойного перфорированного экранирующего перекрытия из неферромагнитного материала 5 цилиндрическая камера 1 разделена на две части. В верхней части корпуса 1 сублиматора установлен конденсатор-вымораживатель 3, соединенный с холодильным контуром, расположенным с внешней стороны цилиндрического корпуса 1. Холодильный контур включает компрессор 10, регулятор производительности 11, испаритель 12, ресивер 13 (рисунок).

Процесс сушки замороженного продукта происходит следующим образом.

Известно, что при проектировании сублимационной сушилки необходимо стремиться до минимума уменьшить длину трубопровода и располагать сублиматор как можно ближе к конденсатору-вымораживателю 3 (рисунок). Поэтому, чтобы уменьшить путь паров, конденсатор-вымораживатель 3 расположен внутри сублиматора. Испаряемый пар не откачивается насосами, а конденсируется на конденсаторе 3, охлаждаемом до температуры ниже -55°C . Конденсатор периодически необходимо очищать от наростшего льда, поэтому имеется люк 4 с герметически закрывающейся крышкой.

В начале процесса запускают холодильный контур (3, 10, 11, 12,13). Далее загружают замороженный измельченный продукт (например, замороженную измельченную капусту) через люк 9 в объемный резонатор (в нижнюю часть сублиматора) и герметично закрывают люки 9 и 4 крышками. Включают вакуум-насос 2, предварительно подсоединив его к сублиматору 1 через патрубок 2. При достижении определенного вакуума выключают вакуум-насос 2, одновременно включают СВЧ-генератор 6 и электропривод мешалки 7. Вакуум обеспечивает испарение влаги из продукта. Переход льда из кристаллического состояния непосредственно (без плавления) в газообразное состояние происходит с поглощением теплоты. Чтобы в процессе испарения температура продукта не падала слишком сильно, подводим эндогенное тепло за счет электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) (в объемном резонаторе возникает ЭМП СВЧ). Процесс сушки начинается после воздействия ЭМП СВЧ на измельченный замороженный продукт. Электромагнитная волна, проникая в продукт с потерями, ослабляется в направлении распространения в результате поглощения энергии, сопровождаемого выделением теплоты. При СВЧ-энергоподводе большое значение имеет равномерность распределения электромагнитного поля в объемном резонаторе. Коэффициент поглощения энергии достигает максимального значения в тех зонах резонатора, где падающий, отраженный и боковой потоки энергии соизмеримы. Для каждого продукта устанавливается оптимальное значение подводимой мощности. При проектировании сублиматора с СВЧ-генератором надо стремиться к тому, чтобы размеры объемного резонатора обеспечивали совпадение спектра возбуждаемых в ней частот многомодового электромагнитного поля стоячих волн со спектром частот аномальной дисперсии свободной и связанной влаги на различных этапах их удаления из продукта. При этом обеспечивается возможность преобразования максимальной энергии ЭМП в тепловую, при удалении различных форм влаги и соответствующего воздействия на молекулярную структуру продукта. Поток энергии от излучателя, попадая на многослойное перфорированное перекрытие из неферромагнитного материала 5, отражается. Очень слабый поток излучений проходит через перфора-

цию 5, который не влияет на технологический процесс. Испаренный пар проходит через перфорации перекрытия 5 и конденсируется на конденсаторе-вымораживателе 3.

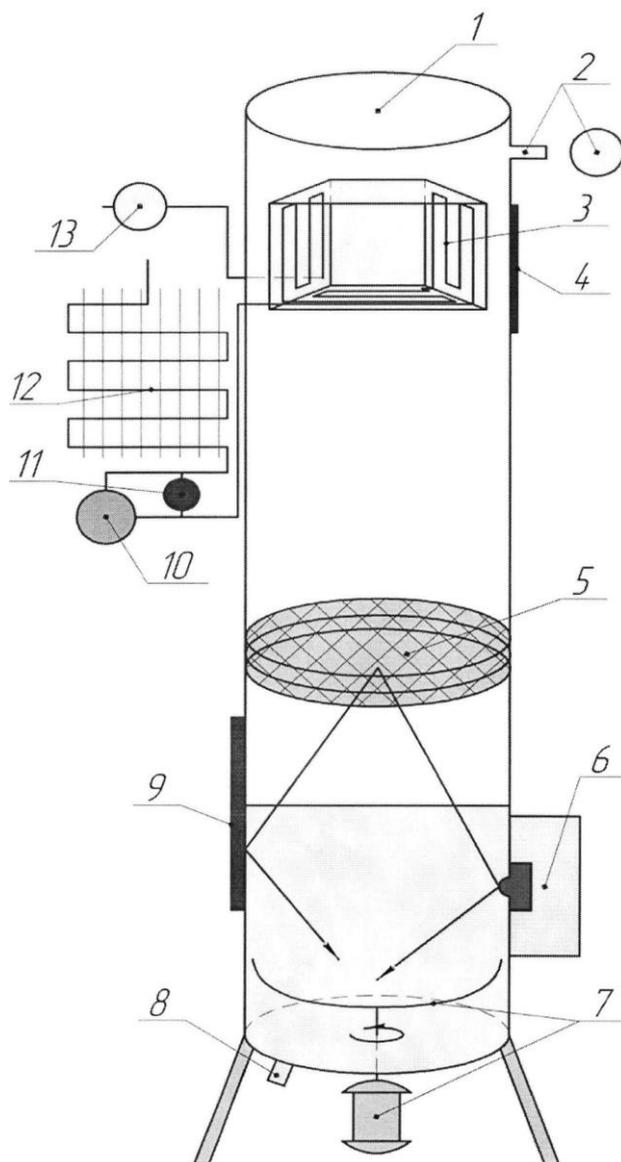


Рис. Сублиматор с сверхвысокочастотным генератором – камера сублиматора из неферромагнитного материала; 2 – вакуум-насос и патрубок для его подсоединения к сублиматору; 3 – конденсатор-вымораживатель; 4 – люк для очистки конденсатора от наросшего льда; 5 – многослойное перфорированное экранирующее перекрытие из неферромагнитного материала; 6 – сверхвысокочастотный генератор с магнетроном; 7 – перемешивающий механизм с мотор-редуктором; 8 – сливной патрубок; 9 – люк для загрузки и выгрузки продукта; 10 – компрессор; 11 – регулятор производительности; 12 – испаритель; 13 – ресивер

Для нормального протекания процесса температура стенок конденсатора-вымораживателя должна быть ниже температуры продукта на 20...30°C, при достаточно развитой поверхности охлаждения. При помощи холодильного компрессора 10 получают низкие температуры в конденсаторе-вымораживателе 3. Установка снабжена контрольно-измерительными приборами, показывающими остаточное давление в камере, температуру продукта, температуру на поверхности трубок конденсатора-вымораживателя 3. Интенсивность испарения увеличивается в двух случаях: при увеличении количества теплоты, подводимой к продукту; при повышении скорости удаления образовавшихся паров, которая зависит от разности

между давлениями пара у поверхности продукта и у поверхности конденсатора-вымораживателя 3.

Через определенную продолжительность сушки (после окончания сушки) выключают СВЧ-генератор, привод мешалки 7, открывают люк 9 и продукт выгружают из сублиматора 1. Для очистки конденсатора-вымораживателя 3 от наростшего льда открывают люк 4. После этого загружают новую порцию замороженной продукции в объемный резонатор и герметично закрывают люки 4 и 9.

Сублиматор работает в периодическом режиме, обеспечивая сушку замороженного продукта в процессе воздействия ЭМП СВЧ. Во время работы сублиматора контрольно-измерительная аппаратура постоянно отслеживает текущее состояние температуры и других параметров и поддерживает требуемый режим сушки. Преимущества предлагаемого сублиматора состоит в следующем: обработка указанным способом предохраняет сырье от порчи на достаточно длительный срок; в санитарном отношении способ безопасен; связанная влага удаляется легко; экономия электроэнергии; равномерность сушки; выравнивание влаги; высокое качество высушиваемого продукта и его микробиологическая чистота весь срок хранения; автоматизированный технологический процесс; установка занимает минимальную площадь.

Список литературы

1. Оборудование предприятий молочной промышленности / Ю.П. Золотин, М.Б. Френклах, Н.Г. Лашутин. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 270 с.
2. Технологическое оборудование консервных заводов / М.С. Аминов и др. – М.: Агропромиздат, 1986. – 319 с.
3. Патент № 2565227 РФ МПК А23В 4/037 (2006.01). Сублиматор с сверхвысокочастотным генератором для сушки замороженной продукции / М.В. Белова, А.А. Белов, Л.В. Семенов, И.А. Викторова, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова, И.Г. Ершова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО ЧГСХА – № 2014119061/13; заявл. 12.05.2014; опубл. 20.10.2015. Бюл. № 29.

ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА МЯСНОГО СЫРЬЯ В СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ УСТАНОВКЕ

Ершова И.Г.

доцент кафедры машиноведения, канд. техн. наук,
Чувашский государственный педагогический университет имени И.Я. Яковлева,
Россия, г. Чебоксары

Ершов М.А.

доцент кафедры, канд. хим. наук,
Чувашский государственный педагогический университет имени И.Я. Яковлева,
Россия, г. Чебоксары

Поручиков Д.В.

руководитель IT-отдела, ООО «СМК», Россия, г. Москва

Белова М.В.

доцент кафедры, д-р техн. наук, АНО ВО «АТУ», Россия, г. Новочебоксарск

В статье о тепловой обработке мясного сырья рассматривается сверхвысокочастотная установка. Установка содержит неподвижный цилиндрический экранирующий корпус

с приемным патрубком и смотровым окном на крышке, поддон и электродвигатель. Внутри корпуса коаксиально расположен цилиндр из неферромагнитного материала, образуя тороидальный волновод прямоугольного сечения, а также диск-ротор в горизонтальной плоскости. На роторе установлены нижние перфорированные полусферы резонаторных камер, а под крышкой корпуса – верхние полусферы.

Ключевые слова: центробежная установка, сферическая резонаторная камера, мясное сырьё, кольцевой волновод, сверхвысокочастотные волны.

Известно, что измельченное мякотное жиросодержащее сырьё перерабатывают сухим способом в герметичном котле, в рубашку которого под давлением 0,3...0,4 МПа подается пар. Затем сырьё варят и стерилизуют в котле при давлении 0,1...0,15 МПа. Степень извлечения жира при применении данного способа достигает 75 %. Имеются центробежные машины для обработки шерстных и слизистых субпродуктов МОС-1, содержащие цилиндрический корпус и диск-ротор [1]. Известны установки для термообработки измельчённого сырья воздействием электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) [2,3].

Нами предлагается центробежная установка для вытопки и обеззараживания жира из измельчённого жиросодержащего сырья, позволяющая улучшить качества жира и шквары при сниженных энергетических затратах (рисунок). Она содержит неподвижный цилиндрический экранирующий корпус, внутри которого имеется коаксиально расположенный цилиндр 15 из неферромагнитного материала, а также горизонтально расположенный диск-ротор 2. На последнем по периферии установлены нижние перфорированные полусферы 9 резонаторных камер. Под крышкой 3 экранирующего корпуса по концентрической окружности расположены верхние полусферы 8 резонаторных камер. В каждой из верхних полусфер по центру установлена диэлектрическая втулка 7, внутрь которой направлен соответствующий излучатель 6 от СВЧ генераторных блоков 5. Цилиндр 15 жестко прикреплен к крышке 3 экранирующего корпуса. Приемный патрубок 4 расположен над нижней перфорированной полусферой 9 резонаторной камеры, а выпускной патрубок 11 состыкован с поддоном 10 через боковую поверхность экранирующего корпуса. Корпус содержит также усеченный конус 14, диаметр верхнего основания которого равен диаметру цилиндра 15. Диск-ротор 2 приводится в движение от электродвигателя 12. Нижние перфорированные полусферы резонаторных камер расположены вертикально открытой частью в сторону верхних стационарных полусфер, с зазором менее четверти длины волны сверхвысокочастотного диапазона. Диск-ротор 2 выполнен из неферромагнитного материала, и его кольцевая часть перфорирована. Количество СВЧ генераторных блоков 5 влияет на производительность установки. Под каждым генераторным блоком 5 расположены верхние полусферы резонаторных камер. Их количество отличается от количества нижних перфорированных полусфер резонаторных камер 5. Кольцевое пространство является тороидальным волноводом 16 прямоугольного сечения.

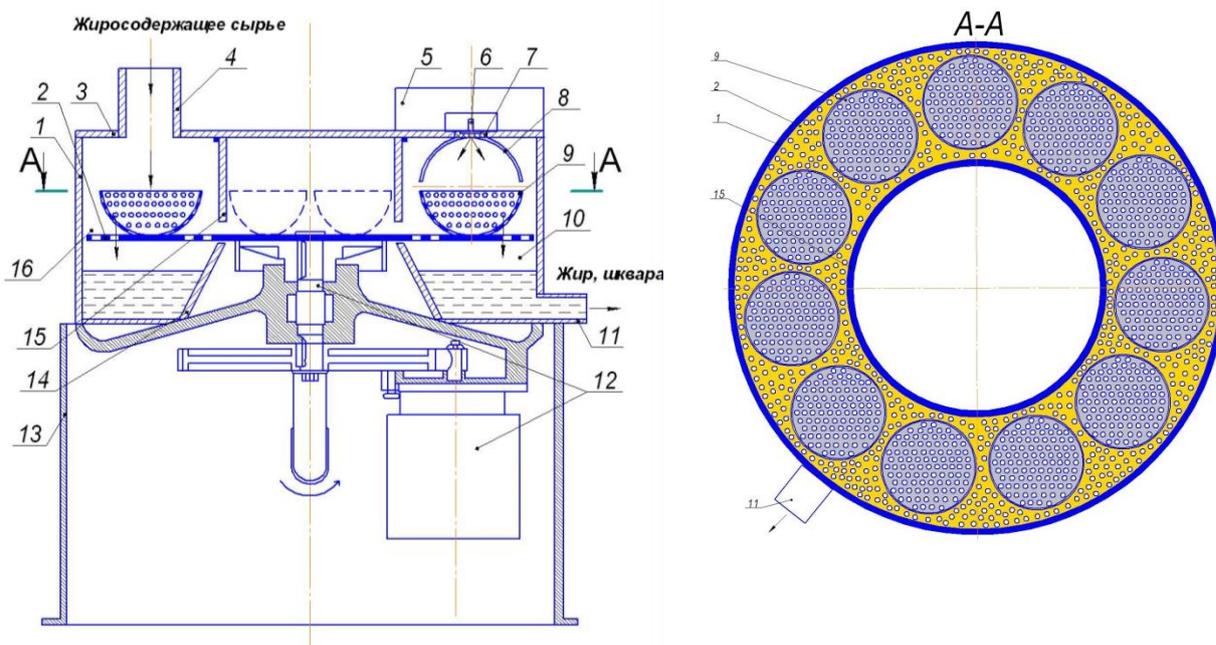


Рис. Центробежная установка для термообработки жиросодержащего сырья в ЭМП СВЧ: 1 – экранирующий цилиндрический корпус; 2 – перфорированный диск-ротор; 3 – крышка экранирующего корпуса со смотровым окном; 4 – приемный патрубок; 5 – СВЧ генераторные блоки; 6 – излучатель; 7 – диэлектрическая втулка; 8 – верхние (стационарные) полусферы резонаторных камер; 9 – нижние (передвижные) перфорированные полусферы резонаторных камер; 10 – поддон; 11 – выпускной патрубок; 12 – электродвигатель с передаточными механизмами; 13 – станина; 14 – усеченный конус; 15 – цилиндр; 16 – тороидальный волновод

Рабочий процесс в машине происходит следующим образом. Включают электродвигатель 12 для вращения диск-ротора 2. Вместе с ротором перемещаются нижние перфорированные полусферы 9. Измельченное жиросодержащее сырье загружают в перфорированные полусферы 9 через патрубок 4. Загрузка происходит в процессе перемещения перфорированных полусфер 9. После заполнения всех перфорированных полусфер 9 включают все СВЧ генераторные блоки 5. При стыковании верхней 8 и нижней полусфер 9 образуется объемный резонатор, заполненный жиросодержащим сырьем, где генерируется эндогенное тепло за счет воздействия электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ). Жиросодержащее сырье, находящееся в нижней перфорированной полусфере 9 в процессе передвижения подвергается воздействию ЭМП СВЧ при стыковании со стационарной частью резонаторной камеры, т.е. с верхней полусферой 8. За счет диэлектрического нагрева измельченного сырья происходит вытопка жира. Через зазор между полусферами резонаторной камеры (излучающие щели) происходит распространение волн СВЧ диапазона за пределами объемного резонатора, т.е. электромагнитные волны распространяются в тороидальном волноводе 16 прямоугольного сечения, образованном в кольцевом пространстве между экранирующим корпусом и цилиндром 15. При этом, поток бегущей волны в волноводе 16 поглощается с сырьем, находящимся в нижних перфорированных сферах 9, не стыкованных с верхними полусферами 8. Таким образом, увеличивается добротность электродинамической системы «СВЧ генератор – объемный резонатор в волноводе – жиросодержащее сырье». При вращении диска-ротора, сырье увлекается полусферой 9 в движение, и

под действием центробежных сил, сил инерции и силами трения отбрасывается к периферии, за счет чего шквара измельчается. Вытопленный жир и измельченная шквара выходят через перфорацию полусферы 9 и накапливается в поддоне 10, вылетая через перфорацию диска-ротора 2. Через выпускной патрубок 11 с помощью шестеренного насоса, расплавленная жир-вая масса (жир и шквара) температурой 75...80°C перекачивается из поддона в тару. Приемный 4 и выпускной 11 патрубки выполняют функции запредельных волноводов, их длина и диаметр согласованы с длиной волны (12,4 см) так, что ограничивает излучение до допустимого уровня для обслуживающего персонала. При обеспечении высокой напряженности электрического поля СВЧ (1...10 кВ/см) продукт полностью обеззараживается. Подача исходного жиросодержащего сырья в перфорированные полусферы, мощность СВЧ генераторов и частота вращения ротора, регулируются.

Установка позволяет снизить энергетические затраты на обеззараживание и вытопку жира из измельченного жиросодержащего сырья, улучшить их энергетическую ценность.

Под воздействием электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) происходит поляризация диполей, за счет чего в сырье генерируется эндогенное тепло. Капиллярная влага интенсивно переходит в пар, вызывая резкий рост давления в сырье. Переход влаги в парообразное состояние и ее выталкивание на поверхность сырья происходит в результате избыточного давления. Содержание водорастворимых веществ увеличивается, что положительно влияет на органолептические свойства и консистенцию продукта. Благодаря многократному импульсному воздействию ЭМП СВЧ (малой продолжительности), практически полностью сохраняется витаминный комплекс продукта [4].

Список литературы

1. Ивашов, В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Часть 1. Оборудование для уоя и первичной обработки. – М.: Колос, 2001. – 552 с.
2. Патент № 2550423 РФ МПК С1 А22С 17/16 (2006.01). Установка для обработки кишок убойных животных / Н.А. Зуева, М.В. Белова, И.Г. Ершова, Михайлова О.В., Новикова Г.В., А.А. Белов; заявитель и патентообладатель ЧГСХА (RU). – № 2014100559/13; заявл. 09.01.2014; опубл. 10.05.2015. Бюл. № 13.
3. Патент № 2541694 Российская Федерация, МПК С11В 1/12 (2006.01). Установка для термообработки жиросодержащего сырья / И. Г. Ершова, Сорокина М.Г., Белова М.В., Михайлова О.В., Новикова Г.В.; заявитель и патентообладатель ЧГСХА (RU). – № 2013145358/13 (070117); заявл. 09.10.2013; опубл. 20.02.2015, Бюл. № 5. – 6 с. : ил.
4. Патент № 2581224 РФ, МПК А22С 17/00. Центробежная установка для термообработки жиросодержащего сырья В электромагнитном поле сверхвысокой частоты / О.В. Михайлова, М.В. Белова, А.А. Белов, Г.В. Новикова, И.Г. Ершова; заявитель и патентообладатель МАДИ (RU). – № 22014150840/13; заявл. 15.12.2014; опубл. 20.04.2016. Бюл. № 11. – 11 с.

СТРЕСС-ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ СВИНЕЙ

Сизарева Ю.В., Сизарев В.А.

магистранты первого курса направления подготовки «Зоотехния»,
Орловский государственный аграрный университет, Россия, г. Орел

В статье рассматривается Ryr1 (рианодиновый рецептор), обуславливающий стресс-чувствительность свиней и генетический дефект PSE-синдром, проявляющийся в виде бледного, мягкого и экссудативного мяса.

Ключевые слова: ДНК, свинья, стресс-чувствительность, генетика, аллель, фактор, условия, производство, синдром.

Под стресс-чувствительностью понимают уровень реакции животного на воздействие неблагоприятных факторов, а под стресс-устойчивостью – способность животного адаптироваться к новым условиям без заметной потери продуктивности [1, с. 23].

Стресс приводит к значительному снижению и качества мяса. Впервые дефекты мяса, полученного от стрессированных свиней, описали американские ученые в 1964 году и дали ему название PSE-свинина (по первым буквам английских слов: бледное, мягкое, водянистое) и DFD-свинина (темное, плотное, сухое). Синдром PSE связан с ускоренным распадом гликогена в мышцах, резким повышением уровня молочной кислоты и значительным падением рН мяса [3, с. 23-27].

Повышенная кислотность вызывает денатурацию белков, что ведет к резкому снижению влагоудерживавшей способности мяса и переходу его красной пигментации в палевую. При синдроме DFD отмечается ограниченный распад гликогена, незначительное образование молочной кислоты, что сопровождается высоким значением рН. Мясо становится темным, плотным и сухим, в нем быстро развивается микрофлора, ведущая к порче продукции. Как палевая, так и темная свинина малопригодны для изготовления колбас, консервирования и длительного хранения. В настоящее время во многих странах проводится отбор и селекция свиней на устойчивость их к синдрому палевой и темной свинины.

Злокачественная гипотермия свиней приводит к резким посмертным изменениям в мышцах, что выливается в ухудшение качества мяса (синдром бледного мягкого экссудативного мяса).

Злокачественная гипотермия может быть спровоцирована такими стрессовыми ситуациями, как погрузка, транспортировка, высокая температура окружающей среды либо воздействие галотана. Такой порок свиней как стресс-чувствительность трудно поддается диагностике и проявляется в повышенной смертности поросят под воздействием стресса (перевозки и др.) и ухудшении качества мяса. ДНК-тестирование с использованием маркеров генов дает возможность выявить всех носителей этого порока, в том числе скрытых, и с учетом этого проводить селекцию.

Стрессы свиней большая проблема для современного свиноводства. Под влиянием стресса у свиней снижается масса тела, ухудшается оплата корма и увеличиваются затраты кормов на единицу привеса. Свиноматки теряют способность приходить в охоту либо производят нежизнеспособный приплод. У хряков снижается качество спермы. Стресс отрицательно сказывается на резистентности организма [5, с. 31].

Стрессированные животные чаще болеют внутренними незаразными болезнями. Чаще всего у них обнаруживаются заболевания пищеварительной системы – гастриты, энтериты, колиты, язвенный синдром. Кроме того, стрессочувствительные свиньи более восприимчивы к инфекциям и предъявляют повышенные требования к содержанию и кормлению. Банальная замена корма может вызвать у них обостренную реакцию. К тому же у некоторых свиней появляются трудности в поведении: извращается половой инстинкт, появляется склонность к каннибализму. Кроме того, участились случаи гибели свиней от стрессов. Очень часто это случается при перевозке. На сегодняшний день считается нормой потеря 2-5% голов свиней во время транспортировки.

Чаще всего причиной гибели животных оказывалось истощение внутренних резервов организма под воздействием стресса. Сперва у свиньи резко повышается температура, дыхание учащается и становится поверхностным. Животное дрожит мелкой дрожью и покрывается испариной, его кожа приобретает красноватый цвет от прилива крови. Затем свинья падает и замирает в неподвижном состоянии. В скором времени животное погибает от острой сердечной недостаточности.

Этот генетический фактор наследуется по аутосомно-рецессивному механизму. Это означает, что особь может быть свободна от дефекта, проявлять дефект либо является носителем дефекта без его внешнего проявления. Носители дефекта могут распространять его среди популяции, не показывая его лично. Именно поэтому очень важно вовремя выявлять носителей дефекта, не позволяя распространять мутировавший ген в популяции [4, с. 8-10].

Материалы и методика исследований

Научные исследования проводились в базе Знаменского СГЦ, где двухпородная родительская свинка F1 получается путем скрещивания животных породы ландрас и крупная белая. Свинка F1 – это образец уникальной родительской свиноматки, приспособленной к условиям промышленной технологии содержания. Особенностью этих животных является высокий уровень адаптации и отличные производственные результаты за весь период продуктивной жизни. Гибридная свинка несет в себе высокие продуктивные показатели и полностью отвечает запросам современного свиноводства.

Хряки ООО «Знаменский СГЦ» исследовались по ДНК-маркерам:

Ryr1 (рианодиновый рецептор), обуславливающий стресс-чувствительность свиней и генетический дефект PSE-синдром, проявляющийся в виде бледного, мягкого и экссудативного мяса.

Скрининг по ДНК-маркерам проводился у 138 хряков породы дюрок.

Дюрок Знаменского СГЦ выведен на базе канадских и американских животных Хайпор породы Дюрок.

Племенные свиньи породы Дюрок (Магнус) происходят от канадских и американских животных породы Дюрок. Дюрок выведен для обслуживания сегмента высокого качества продукции. Разведение этой породы выгодно тем сегментам рынка, для которых во главу угла ставится качество мяса: мраморность, влагоудерживающая способность, цвет мяса. свиньи породы Дюрок используются для получения высококачественных окороков.

Результаты

Животное может быть свободно от данного дефекта, имея две здоровые аллели. При использовании такого животного в скрещивании риска распространения ССС в популяции не возникает.

Если животное является носителем заболевания, имея одну здоровую и одну дефективную аллель, 50% его потомства получат дефективную аллель. Носители такой аллели не заболеют ССС.

Животное может нести две дефективные аллели. При скрещивании такого животного его потомство получит две дефективные аллели. Потомство будет проявлять ССС.

Целью исследований явилось определение генотипов гена Ryr1, обуславливающего стресс-чувствительность и генетический дефект PSE-синдром, проявляющийся в виде бледного, мягкого и экссудативного мяса.

В результате проведенных исследований было установлено, что у исследованного поголовья хряков данная генетическая аномалия отсутствует (все животные имели генотип NN и были свободны от нежелательного аллеля п гена Ryr1), и все исследованное поголовье может быть без ограничений использовано в селекции без риска возникновения PSE-синдрома у потомства.

Список литературы

1. Адаменко В.А. Роль комплекса полиморфных маркеров в характеристике генетического потенциала свиней // автореф. дис. ... канд. биол. наук. Дубровицы. 2005, 23 с.
2. Гладырь Е.А., Зиновьева Н.А., Эрнст Л.К., Костюнина О.В., Быкова А.С., Банникова А.Д., Кудина Е.П., Брем Г. Молекулярные методы в диагностике заболеваний и наследственных дефектов сельскохозяйственных животных // Зоотехния, 2009, № 8. С. 26-27.
3. Зиновьева Н.А. Прикладные аспекты использования ДНК-маркеров в свиноводстве // Сборник научных трудов Международной промышленной академии, 2010, с.23-27.
4. Зиновьева Н.А., Костюнина О.В., Гладырь Е.А., Банникова А.Д., Харзинова В.Р., Ларионова П.В., Шавырина К.М., Эрнст Л.К. Роль ДНК-маркеров признаков продуктивности сельскохозяйственных животных // Зоотехния, 2010, № 1. С. 8-10.
5. Калашникова Л.А., Дунин И.М., Глазко В.И. Селекция XXI века: использование ДНК-технологий // Московская обл., Лесные Поляны, ВНИИплем, 2000. – 31 с.

СЕКЦИЯ «МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ»

КОМОРБИДНОСТЬ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Быковская Т.Ю.

зав. кафедрой организации здравоохранения ФПК и ППС, д.м.н., доцент,
Ростовский государственный медицинский университет, Россия, г. Ростов-на Дону

Леонтьева Е.Ю.

доцент кафедры стоматологии ФПК и ППС, к.м.н.,
Ростовский государственный медицинский университет, Россия, г. Ростов-на Дону

В статье изучена стоматологическая заболеваемость с точки зрения коморбидности. Проведен анализ коморбидности стоматологической патологии пациентов в возрасте от 18 до 90 лет. Полученные результаты свидетельствуют о том, что стоматологическая патология имеет выраженный коморбидный характер. Оценка стоматологического статуса по данным амбулаторных карт пациентов 1 группы выявила сочетанность стоматологических заболеваний в 46% случаев, 2 группы – в 65% случаев, 3 группы – в 87% случаев, 4 и 5 группы в 93% случаев.

Ключевые слова: коморбидность, стоматологическая заболеваемость, сопутствующая патология, сочетанные болезни полости рта.

Наиболее распространенным термином для описания влияния нескольких заболеваний на исход основного заболевания у пациента или группы пациентов в иностранной литературе является «коморбидность», в отечественной литературе – термины «полипатия», «сочетанная патология» [1, с. 21]. Число коморбидных заболеваний существенно повышается с возрастом и формируется под воздействием многих факторов (хронические заболевания, генетическая предрасположенность, вредные привычки, травмы, производственные, социальные и экологические и др. факторы) [2, с. 20]. Установлено, что у 80% пациентов трудоспособного возраста, обращающихся за специализированной помощью к врачу пародонтологу, состояние здоровья отягощено распространенной соматической патологией (сердечно-сосудистой, дыхательной, эндокринной систем, желудочно-кишечного тракта, инфекционной и др.) [3, с. 154, 4, с. 338]. Изучение стоматологической заболеваемости с точки зрения коморбидности еще один подход в рассмотрении организма как целостной системы. В стоматологической практике болезни, как правило, изучаются, описываются и лечатся в изолированном виде. Однако несомненным остается тот факт, что несколько одновременно протекающих заболеваний (кариес, его осложнения, заболевания пародонта и слизистой оболочки полости рта) у одного и того же пациента могут иметь различную степень взаимосвязи и влияния на развитие друг друга.

В связи с вышесказанным, нами были проанализированы данные статуса полости рта стоматологических пациентов различных возрастов в аспекте коморбидности.

В соответствии с поставленной целью были проанализированы карты 355 пациентов стоматологического отделения клиники Ростовского государственного медицинского университета. Анализ стоматологической заболеваемости проводили ретроспективно по записям амбулаторных карт пациентов, обратившихся в стома-

тологическое отделение клиники РостГМУ, за период 2014-2016 г. Выборка карт осуществлялась случайным методом и распределялась с учетом возрастной классификации ВОЗ (25-44 года – молодой возраст, 44-60 – средний возраст, 60-75 – пожилой и 75-90 – старческий). Дополнительно к данным возрастным группам анализировались карты пациентов в возрасте 18-25 лет, которые обращались в стоматологическое отделение за лечебно-консультативной помощью и являлись студентами РостГМУ. Необходимые сведения о состоянии полости рта были получены путем выкопировки данных из первичных документов – медицинских карт стоматологического больного (учетная форма № 043/у). В ходе анализа амбулаторных карт рассчитаны и проанализированы показатели интенсивности кариеса зубов, распространенность неосложненного кариеса, его осложнений и состояние слизистой оболочки полости рта и тканей пародонта.

Для анализа стоматологической коморбидности в возрастном аспекте были выделены группы: 1 группа – 100 карт пациентов в возрасте от 18-24 лет; 2 группа – 100 карт пациентов в возрасте 25-44 года; 3 группа – 100 карт пациентов в возрасте 45-60 лет; 4 группа – 30 карт пациентов в возрасте 61-75 лет; 5 группа – 25 карт пациентов в возрасте 76-90 лет. Основным критерием выбора карты для анализа и распределения по группам был возраст пациента.

Анализ данных карт пациентов 1 группы (возрастная категория 18-24 года) кариозная патология зубов (K02.0) зарегистрирована в 97% случаях. Второе место (46%) принадлежит болезням тканей пародонта (K05.0), представленные катаральным и гипертрофическим гингивитом в 98% случаев. На третьем месте (39%) находятся заболевания периодонтальных тканей (K04.0) – пульпиты и периодонтиты зубов. Аномалии и патологии прикуса (K07.0) занимают четвертое место (17%) преимущественно представленные скученностью зубов – до 82% случаев. Доля патологии твердых тканей зубов некариозного характера (K03.0) составила 14%, что соответствует пятому ранговому месту в структуре стоматологической заболеваемости 1 группы пациентов. Среди некариозных заболеваний зубов лидирующие позиции занимают гиперестезия эмали и клиновидный дефект. Оценка стоматологического статуса по данным амбулаторных карт пациентов 1 группы выявила сочетанность стоматологических заболеваний в 46% случаев.

При анализе данных амбулаторных карт пациентов 2 группы (возрастная категория 25-44 года) установлено, что поражаемость кариесом составляет 100%. Второе место принадлежит болезням пародонта (67%), представленные гингивитами (49%), и пародонтитом различной степени тяжести (38%). На третьем месте находятся заболевания периодонтальных тканей (43%) – пульпиты и периодонтиты зубов. Заболевания твердых тканей зубов некариозного характера занимают четвертое место (33%), представленные в большей степени клиновидным дефектом (89%). Пятое ранговое место структуры стоматологических заболеваний, в данной возрастной группе, (29%) занимает потеря зубов вследствие несчастного случая, удаления или локальной периодонтальной болезни (K08.1). Оценка стоматологического статуса по данным амбулаторных карт пациентов 2 группы выявила сочетанность стоматологических заболеваний в 65% случаев.

Анализ данных амбулаторных карт пациентов 3 группы (возрастная категория 45-60 лет) показал поражаемость кариесом в 100% случаях. Второе место принадлежит болезням пародонта (89%), представленные пародонтитом различной степени тяжести (52%) и гингивитами (37%). Третье место в данной возрастной группе занимает потеря зубов вследствие несчастного случая, удаления или ло-

кальной периодонтальной болезни (39%) Заболевания периодонтальных тканей (34%) – пульпиты и периодонтиты зубов занимают четвертое место. Пятое ранговое место занимают заболевания твердых тканей зубов некариозного характера (33%), представленные в большей степени клиновидным дефектом (80%) и патологическим стиранием зубов (19%). Оценка стоматологического статуса по данным амбулаторных карт пациентов 3 группы выявила сочетанность стоматологических заболеваний в 87% случаев.

При анализе данных амбулаторных карт пациентов 4 группы (возрастная категория 60 – 75 лет) установлено, что поражаемость составляет кариесом 99%. Второе место принадлежит болезням пародонта (90%), представленные пародонтитом различной степени тяжести (65%) и гингивитами (35%). Третье место в данной возрастной группе занимает потеря зубов вследствие несчастного случая, удаления или локальной периодонтальной болезни (53%) Заболевания периодонтальных тканей (33%) – пульпиты и периодонтиты зубов занимают четвертое место. Пятое ранговое место занимают заболевания твердых тканей зубов некариозного характера (27%), представленные в большей степени клиновидным дефектом (76%) и патологическим стиранием зубов (19%). Оценка стоматологического статуса по данным амбулаторных карт пациентов 4 группы выявила сочетанность стоматологических заболеваний в 93% случаев.

Анализ данных амбулаторных карт пациентов 5 группы (возрастная категория 75 – 90 лет) выявил, что поражаемость кариесом составляет 99%. Второе место принадлежит болезням пародонта (76%), представленные пародонтитом, различной степени тяжести (64%) и гингивитами (31%). Третье место в данной возрастной группе занимает потеря зубов вследствие несчастного случая, удаления или локальной периодонтальной болезни (60%) Заболевания периодонтальных тканей (28%) – пульпиты и периодонтиты зубов занимают четвертое место. Пятое ранговое место занимают заболевания твердых тканей зубов некариозного характера (24%), представленные в большей степени клиновидным дефектом (73%) и патологическим стиранием зубов (21%). Оценка стоматологического статуса по данным амбулаторных карт пациентов 5 группы выявила сочетанность стоматологических заболеваний в 93% случаев.

В ходе проведенного анализа выявлено, что распространенность коморбидности стоматологической патологии составляет от 65% у пациентов молодого возраста (25-44 года), до 93% среди лиц среднего и пожилого возраста (44-75 лет).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что стоматологическая заболеваемость имеет выраженный характер коморбидности и повышается с возрастом. Сочетание нескольких одновременно протекающих заболеваний полости рта необходимо учитывать практикующим врачам при составлении плана стоматологических вмешательств и лечебно-профилактических мероприятий.

Список литературы

1. Верткин А.Л., Румянцев М.А., Скотников А.С. Коморбидность в клинической практике // Архив внутренней медицины. – 2011. – № 2. – С. 20-24.
2. Самородская И.В., Никифорова М.А. Терминология и методы оценки влияния коморбидности на прогноз и исходы лечения / Бюллетень НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2013. – № 4, Т. 14. – С. 18-25.
3. Цепов Л.М. Полипатии у стоматологических больных (по данным ретроспективного анализа медицинских карт стоматологических больных) / Л.М. Цепов, Е.Л. Цепо-

ва, Е.А.Михеева, Н.А. Голева, М.М. Нестерова // Вестник Смоленской медицинской академии. – 2010. – № 2. – С. 153-158.

4. Oral manifestations in patients with gastroesophageal reflux disease: a single-center case-control study / O.Di Fede, Di Liberto, G. Occhipinti et al. // Oral Pathol Med. – 2008. Vol. 37. – №6. – P.336-340.

ФИЗИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИДРОРЕАБИЛИТАЦИИ ЖЕНЩИН СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Галкина И.В., Карпухина Д.В.

студентки АФК-ДБ-4, Российский государственный социальный университет,
Россия, г. Москва

Шмелева С.В.

заведующая кафедрой адаптивной физической культуры и рекреации, д.м.н.,
Российский государственный социальный университет, Россия, г. Москва

Карташев В.П.

доцент кафедры адаптивной физической культуры и рекреации, к.б.н.,
Российский государственный социальный университет, Россия, г. Москва

Раскрываются особенности эндопротезирования плечевого сустава у женщин среднего возраста и возможности применения, разработанной методики физической реабилитации, которая ускоряет процесс восстановления функциональности поврежденной верхней конечности, нормализует тонус мышц, повышает двигательную активность, улучшает моторику плечевого сустава.

Ключевые слова: гидрореабилитация, эндопротез, переломы, плечевой сустав, физические нагрузки.

Протезирование суставов является очень точным и сложным хирургическим вмешательством, позволяющим сделать больной сустав подвижным, а все движения конечности безболезненными. Подобные операции в ортопедической практике используются еще с 1960 года, что позволяет говорить о достаточных наработках в этой области. Однако многие больные, имеющие заболевания суставов воздерживаются от проведения операции ввиду недостаточной информированности, принуждая себя терпеть боли и ограничения в активном образе жизни [3, с.113].

Протезирование суставов может быть частичным и полным. В первом случае предполагается замена головки протезом, при этом суставная впадина остается без изменений. При полном эндопротезировании искусственный сустав имплантируется целиком. Во многих случаях эндопротезирование плечевого сустава – это единственная возможность вернуть пациенту утраченную функцию верхней конечности.

Цель работы: разработать и изучить программу физической реабилитации и гидрореабилитации лиц среднего возраста с эндопротезом плечевого сустава.

Использовали следующие методы исследования: анализ медицинских карт, педагогический эксперимент, медико-биологические наблюдения: антропометрия (отечность), гониометрия (угол отведения руки), динамометрия (сила кисти), методы математической статистики.

Были сформированы контрольная (КГ) и экспериментальная группа (ЭГ) в каждой 7 женщин среднего возраста после эндопротезирования плечевого сустава.

Женщины контрольной группы, средний возраст которых составил $46,2 \pm 2,4$ года, занимались по общепринятой методике физической реабилитации. Экспериментальная группа, средний возраст составил $45,7 \pm 2,7$ года, занимались по разработанной нами методике физической реабилитации [5, с.161] с применением гидрореабилитации.

В обеих группах проводилась физическая реабилитация [1, с.38], лечебный массаж, физиотерапия (ионофорез с новокаином, фонофорез (ультразвук) с гидрокортизоном) [2, с.324].

Разработанная нами методика физической реабилитации в экспериментальной группе включала: гидрореабилитацию, физическую реабилитацию, специальные упражнения в воде с предметами, кинезиотейпирование, лечебный массаж, физиотерапию.

Сила хвата кисти в КГ до эксперимента $12,71 \pm 2,24$, после $18,71 \pm 1,82$, в ЭГ до эксперимента $13,29 \pm 1,89$, после $21,57 \pm 1,98$. Показатели длины окружности плечевого сустава в КГ до эксперимента $46,43 \pm 2,12$, после $47,24 \pm 1,88$, в ЭГ до эксперимента $45,71 \pm 2,54$, после $47,43 \pm 2,44$. Антропометрические показатели в ЭГ по отношению к КГ увеличились по длине окружности плечевого сустава на 2%, длине окружности бицепса в покое на 3%, длине окружности бицепса в напряжении на 3%. Данные гониометрии в ЭГ по отношению КГ выросли по двум критериям: отведение руки через сторону на 12%, подъем руки перед собой на 14%. У женщин улучшилось настроение, повысилась активность и самообслуживание.

Применение физической реабилитации с гидрореабилитацией после эндопротезирования плечевого сустава позволило ускорить процесс восстановления функциональности повреждённой конечности, снизило болевые ощущения, уменьшило отёчность и быстрее восстановить функциональные и бытовые возможности, а также повысить моторику движений в плечевом суставе у женщин среднего возраста, что значительно повысило качество жизни.

Список литературы

1. Булгакова Н.Ж., Морозов С.Н., Попов О.И, и др. Оздоровительное, лечебное и адаптивное плавание: Ученое пособие для студ. высш. учеб. заведений, второе издание; под ред. Н.Ж. Булгаковой. – М.: Издательский центр Академия, 2008. – 428 с.
2. Епифанов В.А., Епифанов А.В. Восстановительное лечение при повреждениях опорно-двигательного аппарата. – М.: Гэотар, 2009. – 478 с.
3. Шмелева С.В. Особенности качества жизни женщин старшего возраста в современной России // Социальная политика и социология. 2009. №1 (43). – С. 112-116.
4. Шмелева С.В., Тактаров В.Г. Содержание и методика социально-медицинской работы: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М., 2010. Сер. Высшее профессиональное образование. Социальная работа.
5. Шмелева С.В., Карташев В.П. Характер двигательной активности женщин старшей возрастной группы // Человеческий капитал. 2011. №12 (36). – С. 160-161.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСА ПАЦИЕНТОВ МУЖЧИН ПОСЛЕ ПЭТ/КТ СЕРДЦА В КЛИНИКЕ ОАО «МЕДИЦИНА»

Датий А.В.

научный редактор, доктор медицинских наук, ОАО «Медицина», Россия, г. Москва

В статье показаны результаты опроса пациентов мужчин после ПЭТ/КТ сердца в диагностическом отделении клиники ОАО «Медицина». Дана оценка быстроты предоставления медицинской помощи и условий предоставления медицинской помощи.

Ключевые слова: медицина, медицинская помощь, сердце, диагностика, пациент.

Клиника ОАО «Медицина» в июне 2017 года подтвердила свое соответствие международным стандартам [12, 13, 14, 15, 16].

В первом полугодии 2017 года нами было опрошено 20 пациентов мужчин после прохождения ПЭТ/КТ в диагностическом отделении ОАО «Медицина». Оценивалась удовлетворенность пациентов оказанной медицинской помощью. Опрашивались мужчины трудоспособного возраста от 18 до 60 лет по ранее апробированным нами анкетам [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Полученные нами результаты социологического исследования представлены в виде таблиц 1-2.

Таблица 1

Быстрота предоставления медицинской помощи

№	Время	Критерий оценки			
		Очень краткое	Краткое	Долгое	Очень долгое
1	Проведенное в зале ожидания	35,0 %	60,0 %	5,0 %	0 %
2	Проведенное в приемной врача	25,0 %	70,0 %	5,0 %	0 %
3	Ожидания испытаний	25,0 %	75,0 %	0 %	0 %

Полученные данные показали хорошие результаты, так 95,0 % пациентов оценили время, проведенное в зале ожидания, как краткое и очень краткое. 95,0 % оценили время, проведенное в приемной врача, как краткое и очень краткое. И все опрошенные нами пациенты оценили время ожидания испытаний, как краткое и очень краткое.

Таблица 2

Условия предоставления медицинской помощи

№	Условия	Критерий оценки			
		Отличные	Хорошие	Не очень хорошие	Плохие
1	Возможности назначить прием	65,0 %	25,0 %	10,0 %	0 %
2	Приемные часы врача	70,0 %	25,0 %	5,0 %	0 %
3	Местоположение приемной врача	75,0 %	20,0 %	5,0 %	0 %

Положительно оценили возможность назначить прием 90,0 % пациентов, большинство пациентов (95,0 %) довольны приемными часами врача и клиники. 95,0 % положительно оценили местоположение приемной врача.

Полученные нами данные социологического опроса сопоставимы с данными ранее проведенных исследований [7, 8, 9, 10, 11].

Список литературы

1. Айрапетова Н.С., Бадалов Н.Г., Уянаева А.И., Рассулова М.А. Влияние климато-погодных факторов на формирование метеопатических реакций у больных с бронхообструктивными заболеваниями // Вестник восстановительной медицины. 2010. № 5. С. 26-28.
2. Андреева О.В., Гуревич К.Г., Фесюн А.Д., Одинцова В.В., Пустовалов Д.А., Оранская А.Н., Дмитриева Е.А., Окунькова Е.В. Особенности функциональных резервов здоровья учащихся общеобразовательных школ в мегаполисе // Кубанский научный медицинский вестник. 2014. № 3 (145). С. 10-15.
3. Андреева О.В., Одинцова В.В., Фесюн А.Д., Гуревич К.Г., Бурдюкова Е.В. Социальное благополучие и необходимая информированность пациентов поликлиники о школах здоровья // Патогенез. 2014. Т. 12. № 4. С. 59-64.
4. Андреева О.В., Одинцова В.В., Фесюн А.Д., Гуревич К.Г., Горчакова Н.М. Информированность о школах здоровья и эмоциональное благополучие пациентов поликлиники // Проблемы стандартизации в здравоохранении. 2015. № 3-4. С. 8-15.
5. Белевитин А.Б., Фесюн А.Д., Божченко А.А., Сухонос Ю.А., Федосеев В.М. Современные взгляды на медицинскую реабилитацию лиц опасных профессий // Медицина катастроф. 2011. № 2. С. 14-17.
6. Власенко А.В. Санитарно-гигиенические особенности в стационарах педиатрического профиля // Медицинский алфавит. 2015. Т. 1. № 6. С. 14.
7. Гуревич К.Г., Фесюн А.Д., Пустовалов Д.А., Власов В.В. Эффективные мероприятия первичной профилактики // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2014. Т. 13. № 4. С. 1001-1004.
8. Датий А.В. Научно-методическое сопровождение эксперимента по совершенствованию медико-санитарного обеспечения осужденных // Ведомости уголовно-исполнительной системы. 2012. № 9. С. 16-21.
9. Датий А.В. Проблемы медицинского обеспечения осужденных // Личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие. 2014. № 1 (4). С. 52-60.
10. Панкова Н.Б., Архипова Е.Н., Алчинова И.Б., Карганов М.Ю., Фесенко А.Г., Фесюн А.Д., Терновой К.С., Абакумов А.А. Сравнительный анализ методов экспресс – оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы // Вестник восстановительной медицины. 2011. № 6. С. 60-63.
11. Ройтберг Г.Е., Дорош Ж.В., Шархун О.О. Влияние инсулинорезистентности на формирование и прогрессирование компонентов метаболического синдрома (итоги пятилетнего исследования) // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2015. Т. 11. № 2. С. 132-138.
12. Ройтберг Г.Е., Кондратова Н.В., Галанина Е.В. Возможности повышения безопасности пациента в медицинской организации // Успехи современной науки. 2016. Т. 1. № 4. С. 135-142.
13. Ройтберг Г.Е., Креймер В.Д., Восканян Ю.Э., Уколова М.А. Новые лечебно-диагностические и информационно-аналитические технологии в здравоохранении (Клиника ОАО «Медицина» (Москва) – первая в России и СНГ 5*-звездочная smart-клиника мирового уровня) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 11-1. С. 67-68.
14. Ройтберг Г.Е., Кушкин Д.Н. Система менеджмента качества медицинского учреждения. От процессного подхода до самооценки // Сертификация. 2010. № 3. С. 38-45.
15. Ройтберг Г.Е., Кушкин Д.Н., Гончарова Н.Г. Опыт международной аккредитации ЛПУ: международные модели управления // Здравоохранение. 2011. № 8. С. 96-103.
16. Ройтберг Г.Е., Струтынский А.В. Внутренние болезни. Сердечно-сосудистая система. Учебное пособие для системы последипломной подготовки врачей по специальности «Терапия» и «Кардиология» / Г.Е. Ройтберг, А.В. Струтынский. Москва, 2011 (2-е изд., перераб. и доп.)

МОЛОКО КАК ПРИЕМЛЕМЫЙ ПРОДУКТ ПИТАНИЯ В ОЦЕНКЕ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ

Удачина А.А., Шатунов И.Е.

студенты пятого курса педиатрического факультета,
Уральский государственный медицинский университет, Россия, г. Екатеринбург

Каминская Л.А.

доцент кафедры биохимии, канд. хим. наук, доцент,
Уральский государственный медицинский университет, Россия, г. Екатеринбург

В статье анализируются результаты анкетного опроса студентов медиков об их отношении к молоку как продукту питания. Обсуждалась группа русской популяции. Пьют молоко 77% опрошенных, из них 62,4% – всегда, 14,6 – редко, 23% – не пьют молоко, из общего числа у 6% обнаружены непереносимость молока. В семьях студенток привычка пить молоко выше, чем в семьях студентов.

Ключевые слова: молоко, отношение, переносимость, студенты-медики.

Молоко – древнейший доступный продукт питания. Согласно легенде, молоком волчицы вскормлены Ромул и Рем, которые основали Рим. Вечная книга Библия связывает с молоком благополучие, фраза «молоко и вино» означает все духовные блага и преимущества (Ис. XL1) [1, с.484]. Во всех религиях молоко является не запрещаемой пищей для людей любого возраста. С развитием скотоводства молоко стало повсеместно продуктом питания и выдержало «испытание» веками. Научное обоснование молочной диетотерапии дали русские врачи XIX века Ф.И. Иноземцев, Г.А. Захарьин и великий физиолог И.П. Павлов. Знаменитый врач и ученый С.Б. Боткин писал, что молоко – «драгоценное средство при лечении болезней сердца и почек» [5]. Несмотря на то, что Интернет помещает множество публикаций, утверждающих вред (пожелавший может найти эту "информацию" сам), потребление молока растет во всем мире, в 2015 году выросло на 0,6% и составило 111,3 кг на душу населения. Немецкое общество здорового питания (DGE, Deutsche Gesellschaft für Ernährung) ежедневно рекомендует потреблять 200-250 г молока и молочных продуктов. Разработанные в США «2015–2020 Dietary Guidelines for Americans» рекомендуют уровень потребления молочной продукции около 3 «cup-equivalents», то есть около 1137,7 г в сутки или 415 кг в год. Потребление молока в Новой Зеландии с 2010 до 2015 г. увеличилось в 1,65 раза [6]. Подлежит учету рынок молока и в России, в частности, в нашей Свердловской области [7].

Цель исследования. Мнение студентов медицинского Университета о молоке.

Материалы и методы исследования. Проведено анонимное анкетирование студентов 2 курса, занимавшихся на кафедре биохимии, произвольная выборка (random sample) в количестве 80 человек. Из них 25 % отнесли себя к проживающим на Урале в сельской местности, 75% к горожанам, по этнической принадлежности 85% позиционировали себя славянского происхождения, остальные 15% были татарской, башкирской, армянской и других национальностей, они составили группу исключения.

Обсуждение результатов. В группе, выбранной для исследования, было 68 человек, из них 18 мужчин и 50 женщин. Проведено обсуждение итогов без гендерного и с гендерным разделением.

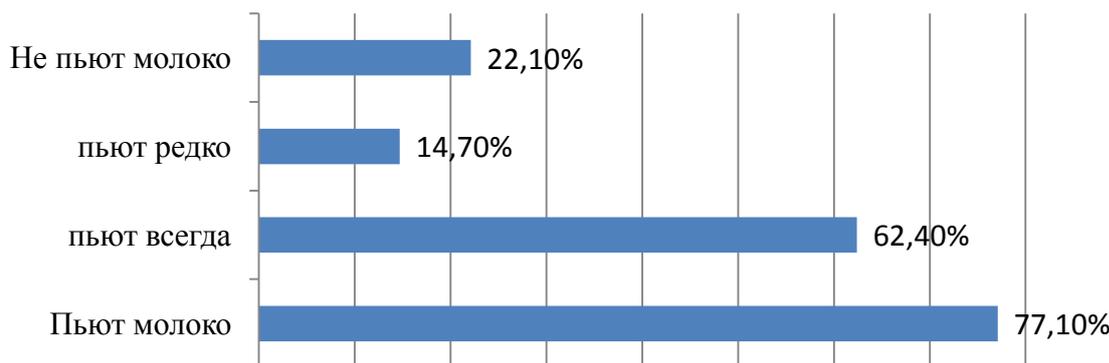


Рис. 1. Данные опроса всех студентов «Отношение студентов к молоку»

На рис. 1 представлена диаграмма, отражающая результаты исследования отношения студентов к молоку. Из диаграммы следует, что подавляющее большинство опрошенных пьет молоко, хотя отношение к нему несколько отличается внутри группы. Среди причин, по которым не пьют молоко 15 человек из опрошенных, были названы: не люблю (7 чел., 10,3% от общего числа опрошенных, в данной группе 47%), не приучены с детства (2 чел., 2,94%), переношу, но считаю вредным (2 чел., 2,94%), возникают проблемы со здоровьем (4 человека, 5,88% от общего числа, в выделенной группе 26,7 %). По данным обзора [2] среди популяции славян (русские, белорусы, украинцы) непереносимость молока вследствие недостаточности фермента лактазы составляет (36 -53%). В этом же обзоре также представлены теории формирования как лактазной недостаточности, так и приспособленности к молоку. В рандомизированной группе сравнительно небольшого числа обследованных нами получен более низкий результат (5,88 %). Отметим, что это были респонденты женского пола. Семейные традиции пить молоко у опрошенных студентов нельзя считать высокими, поскольку в результате выявлено, что только у 41,4% в семье принято пить молоко, а у 51,7% – нет. На вопрос: «Есть ли непереносимость молока у других членов семьи?» 91,4% опрошенных ответили – нет; 4 человека (6,9%) сказали – да, один из анкетированных – не знал. На рис. 2 представлены данные обследования в более многочисленной группе женщин.

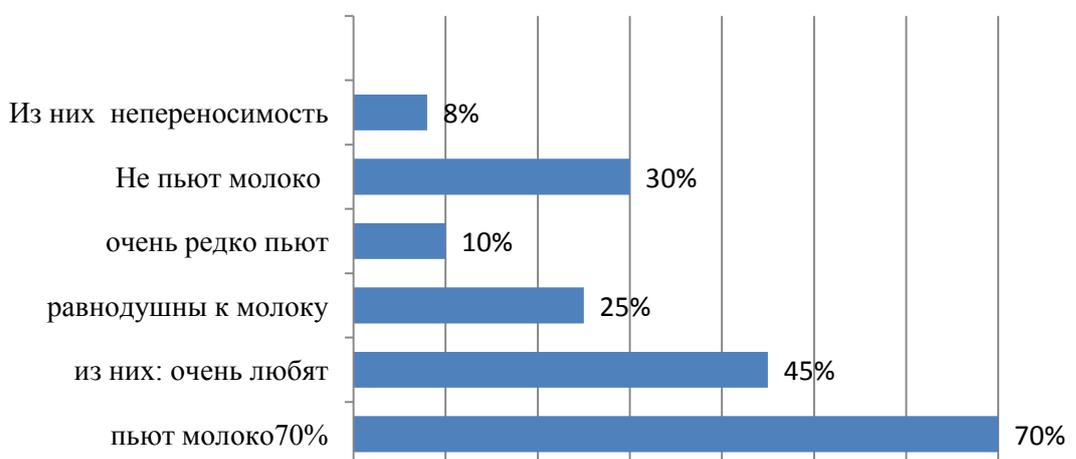


Рис. 2. Данные опроса студенток «Отношение студентов к молоку»

По данным нашим данным 70% студенток пьют молоко, из них очень любят – 45%, проявляют равнодушие, но пьют – 25% и очень редко -10%. Среди не пьющих молоко (их 30%) – большая часть не любит, но у 4 студенток (8% от общего числа и 23 % среди не пьющих молоко) при приеме молока возникают проблемы со здоровьем. В двух семьях этих респондентов непереносимости молока нет у родственников, в одной семье есть, но в этой семье также есть привычка пить молоко. В семьях студенток привычка пить молоко выше, чем в семьях студентов. Мы считаем, что взрослым, которые не испытывают негативных последствий после приемов молока, избегать его как пищевой продукт, скорее всего, неверно. Компоненты молока (белки, липиды) доступны для переваривания пищеварительными ферментами желудка и кишечника, аминокислотный состав белков оптимален для организма человека. Липидные капли молока приносят эссенциальные жирные кислоты, в своей наружной мембране адсорбируют не менее 10 -15 необходимых для организма различных катионов электролитов [8]. В 100 г порции молока белков меньше, чем в 1 курином яйце, соответственно 3-3.5 г и 12 г [9], а галактозы содержится около 2 г (меньше 0,5 чайной ложки сахарного песка). Известно, что организм здорового человека в течение 2 часов усваивает без последствий 40 г галактозы при проведении соответствующего теста для оценки функции печени [10]. Ссылки на спровоцированный молоком остеопороз, опухоли, инсульты, болезнь Альцгеймера и т.п. (не будем приводить ссылки) напоминают подмену логики: «все кто ел огурцы, умерли» («The Journal of Irreproducible Results»), поскольку никто не проводил научных исследований на лабораторных животных в рамках строгих экспериментов, а опросы населения и последующий статистический анализ, используемые в качестве утверждения, не учитывают многофакторность патогенных воздействий, вызвавших названные заболевания, а ставит прицельно молоко во главу «проблемы».

Выводы. Будущие врачи не разделяют мнения об опасности молока, причина отказа у небольшой группы лежит в нарушении его усвоения, которое не наблюдалось во время грудного вскармливания, имеет по своей природе полиэтиологическое происхождение и требует исследования конкретной причины.

Список литературы

1. Библийская энциклопедия. «Терра» – «Терра». М., 1991. – 902 с.
2. Богатова О.В., Догарева Н. Г. Химия и физика молока: учебное пособие. Оренбург. – ГОУ ОГУ. – 2004. – 137 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/043/19043/files/metod242.pdf>.
3. Боринская С. А., Янковский Н.К., Козлов А.И. Гены и традиции питания // Этнографическое обозрение.- 2009.- № 3.- 117-137. URL: <http://antropogenez.ru/article/346/2/>
4. Волшуков П.Н. Физико-химический состав и технологические свойства молока коров разного происхождения // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – С. 40-42. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fiziko-himicheskiy-sostav-i-tehnologicheskie-svoystva-moloka-korov-raznogo-proishozhdeniya>
5. Гассан Мохаммед Джасим. Молоко и молочные продукты //Биологические науки. – 2015. – Выпуск: № 37). – Часть 2. – С.22-25. URL: <https://research-journal.org/biology/moloko-i-molochnye-produkty>
6. Потребление молока URL: <http://www.dairynews.ru/news/zhiteli-kitaya-v-srednem-potreblyayut-31-kg-moloka.htm>.
7. Рынок молока и молочных продуктов Свердловской области URL: <http://bouw.ru/research/index.php?parent=rubricator&child=getresearch&id=1436>.
8. Сычева О.В. Молоко. Качество, состав, свойства: проблемы и решения: монография. Изд-во Директ-Медиа.-2014.-113с.
9. URL:<http://provitaminki.com/elementy/org-v-va/belki/soderzhanie-belka-tablitsa.html>.
10. URL.: <https://yandex.ru/images/search?text>.

ИЗМЕНЕНИЕ АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И БИОРИТМА ДНЯ НА ФОНЕ ПРИЕМА АДАПТОГЕНА

Ханина Е.А.

ассистент кафедры поликлинической терапии и общей врачебной практики, к.м.н.,
Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко,
Россия, г. Воронеж

Зуйкова А.А.

профессор кафедры поликлинической терапии и общей врачебной практики,
д.м.н., профессор, Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко, Россия, г. Воронеж

Блащенко Е.Ю.

ассистент кафедры поликлинической терапии и общей врачебной практики, к.м.н.,
Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко,
Россия, г. Воронеж

В статье проводился анализ состояния адаптационных возможностей и суточного индивидуального биоритма у студентов на фоне приема адаптогенного препарата мелаксена, на основании анализа хроноритма дня.

Ключевые слова: адаптоген, адаптация, биоритм, хроноритм, хронотерапия.

Известно, что адаптационные возможности изменяются под действием окружающих факторов. Обучаясь в высших учебных заведениях организм студентов, подвергается воздействию неблагоприятных факторов, таких как переутомление, хронический стресс, несбалансированное питание, недостаток сна, что зачастую может привести к дезадаптации. Помимо изменения адаптационных механизмов происходит перестройка биоритмов дня [2, с. 2-8].

Одним из механизмов, регулирующих биоритм человека, является эпифиз, посредством продукции мелатонина, который регулирует смену фаз сна и бодрствования. Именно при недостатке синтеза мелатонина происходит снижение рас-согласование циркадной структуры биоритмов, снижается иммунный ответ, активизируется ПОЛ.

Можно отметить, воздействуя на организм в определенные временные промежутки (в различные фазы биоритма), можно ожидать лучшего клинического ответа на проводимую терапию, поскольку в разные фазы ритма меняются порог и степень чувствительности организма к внешним воздействиям [1, с. 350]. Так, препарат Мелаксен является химическим аналогом биогенного амина мелатонина, влияет на хроноструктуру дня и применяется как снотворное средство. Поэтому, его применение в период развивающейся дезадаптации и изменении хроноритма, так называемых условно здоровых молодых лиц, является физиологически обоснованным и, предполагает развитие адекватного клинического ответа, результатом которого является синхронизация смены ритмов сна и бодрствования, повышение работоспособности, улучшение памяти и внимания [3, с. 419-423; 4, с. 7-9].

Цель исследования: скорректировать изменения индивидуального биоритма и адаптационных возможностей у студентов.

Материалы и методы: в исследовании принимали участие 152 условно здоровых студента, из них со сниженными адаптационными возможностями 48 человек, ВГМА им. Н.Н. Бурденко 5 курса лечебного и педиатрического факультетов в течение 2010-2011года. Обследованные дали информированное согласие на участие в исследовании. У всех обследуемых анализировались адаптационные возможности (ИН (индекс напряжения), ВПР (вегетативный показатель ритма), ИВР (индекс вегетативного равновесия), ПАПР (показатель адекватности процессов регуляции)), определялся хроноритм (с пиками подъема и спада психоэмоционального и физиологического состояния) на основании анализа вариабельности ритма сердца и фрактальной нейродинамики при помощи программно аппаратного комплекса «ОМЕГА-М2».

Все студенты с явлениями рассогласованности биоритмов были разделены на 2 равнозначные группы по 24 человека, первую группу составляли студенты, у которых коррекция производилась препаратом Мелаксен Юнифарм, Инк., США без учета хроноритма, второй группе Мелаксен Юнифарм, Инк., США назначался в последний пик подъема физиологической и психологической активности.

Результат исследования: в 1-й группе показатели вариабельности ритма сердца снизились по следующим показателям: ИВР с 282,4 до 197,5; ПАПР с 64,9 до 51,9; ИН с 213,6 до 138,7, а увеличился показатель ВПР с 0,25 до 0,30. Значение данных показателей свидетельствует о напряжении регуляторных систем и преобладании активности симпатического отдела нервной системы. После коррекции препаратом Мелаксен без учета хроноритма, становится активным парасимпатический отдел нервной системы, свидетельствуют о восстановлении процессов регуляции.

Во 2-й группе обследованных студентов показатели вариабельности ритма сердца, после коррекции препаратом Мелаксен с учетом хроноритма изменились следующим образом: понизили свое значение ИВР с 322,4 до 193,3, ПАПР с 70,2 до 54,3, ИН с 268,7 до 141,2, повысили ВПР 0,24 до 0,31. Приведенные данные свидетельствуют о дезадаптации, и преобладании симпатического влияния при первичном обследовании. После коррекции с учетом индивидуального хроноритма значения показателей вариабельности ритма сердца смещаются в сторону преобладания парасимпатического влияния и активизации процессов регуляции.

Анализируя полученные результаты, можно отметить разность в результатах между показателями 1-й и 2-й группами, в сторону более высоких значений показателей вариабельности ритма сердца 2-й группы, что говорит об активном восстановлении процессов регуляции, следовательно, адаптации. Об этом свидетельствует и величина эффекта хронотерапии. В среднем, по значимым показателям ВРС, эффект хронотерапии составляет 56,8 %.

Анализируя хроноритм дня 1-й и 2-й групп студентов, можно сказать, что при первичной записи определяется сниженный интегральный показатель здоровья, с характерными пиками подъема и спада психофизиологической активности. Усредненные хроноритмы первой группы представлены на рисунке 1, хронограммы второй группы изображены на рисунке 2.

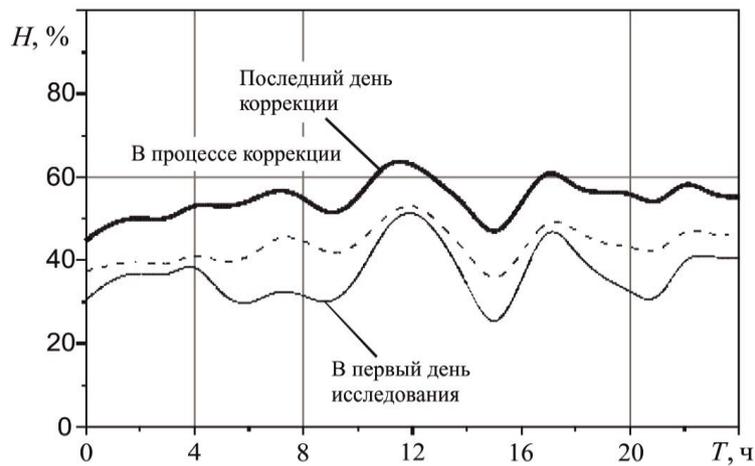


Рис. 1. Усредненные хронограммы 1-й группы обследуемых

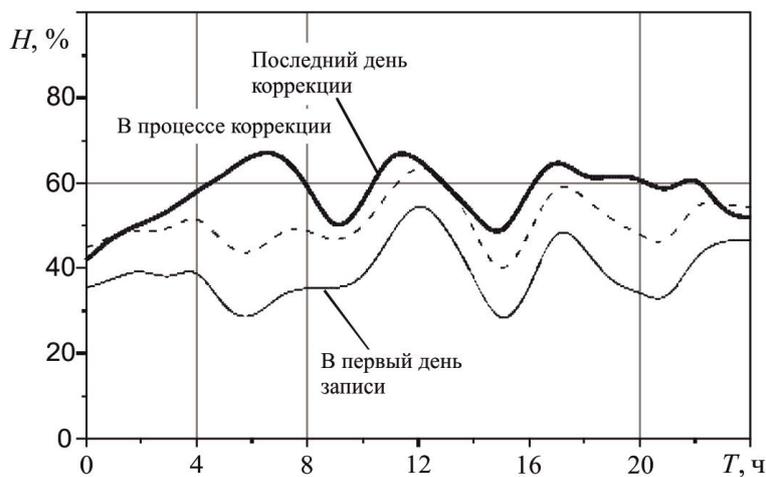


Рис. 2. Усредненные хронограммы 2-й группы обследуемых

После коррекции Мелаксеном повысился интегральный показатель здоровья, хронограмма изменила свою структуру. Смещался временной промежуток подъема и спада пиков активности, глубина, ширина и высота пиков, с 17 часов до 21 часа появился эффект «плато», заканчивающийся последним пиком повышения, который зачастую приходился на 21.00 или 22.00. То есть, при перегрузке организма и снижении процессов адаптации произошло рассогласование временной организации ритмов обследуемых и привело к срыву фаз ритмического процесса. На фоне приема адаптогена осуществилось восстановление процессов регуляции, адаптации и суточного хода биоритма обследуемых. В группе 2 с применением хронотерапии, интегральный показатель здоровья выше, чем в группе 1, суточный ритм отличается высокими и широкими пиками повышения и понижения активности.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение препарата Мелаксена Юнифарм, Инк., США по 1 таблетке 1 раз в день с учетом хроноритма дня у студентов приводит к активизации и восстановлению процессов адаптации и ведет к изменению хроноструктуры дня.

Список литературы

1. Комаров Ф.И., Рапопорт С.И. Хронобиология и хрономедицина. – М.: Триада X, 2000. 488 с.

2. Улащик В.С. Биологические ритмы и хроноterapia // Медицинские новости. 1996. №2. С. 2-8.

3. Хронотерапевтическая коррекция сниженных адаптационных возможностей у больных с острым пиелонефритом / Ханина Е.А., Зуйкова А.А., Петрова Т.Н., Добрынина И.С. // Журнал Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2014. Т. 13, №2. С. 419-423.

4. Ханина Е.А., Зуйкова А.А., Добрынина И.С. Хронотерапевтическая коррекция сниженных адаптационных возможностей // Тенденции развития медицины: сборник статей Международной научно- практической конференции. 2014. С. 7-9.

СЕКЦИЯ «НАУКИ О ЗЕМЛЕ»

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ СОВЕТСКОГО РАЙОНА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Горшкова Л.Ю.

доцент кафедры физической географии и ландшафтной экологии, к.г.н.,
Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, Россия, г. Саратов

Басамыкина К.А.

студентка географического факультета, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Россия, г. Саратов

В статье приведены основные виды антропогенного воздействия на природную среду и, порожденные ими, наиболее острые экологические проблемы в Советском районе Саратовской области. Даны оценка и анализ степени проявления экологических проблем на территории района по муниципальным образованиям. Отмечено, что почти четверть площади района подвержена «очень сильной» и «сильной» степени проявления экологических проблем.

Ключевые слова: Советский район Саратовской области, муниципальные образования, виды антропогенного воздействия, экологические проблемы, степень проявления экологических проблем.

В настоящее время, вследствие усиливающегося антропогенного воздействия на природные ландшафты, продолжает наблюдаться тенденция ухудшения состояния окружающей среды. Возрастающую антропогенную нагрузку обнаруживают и небольшие муниципальные районы. Одним из подобных является Советский район Саратовской области, значительная часть которого испытывает «высокий» и «средний» уровень антропогенной нагрузки [2, с. 82]. Это привело к наличию ряда экологических проблем в районе. Для разработки рекомендаций по дальнейшему хозяйственному использованию рассматриваемой территории необходимо иметь представление о распространении и степени проявления экологических проблем в данном районе.

В ходе работы были созданы промежуточные инвентаризационные карты: «Хозяйственное использование территории Советского района Саратовской области» и «Экологические проблемы Советского района». Анализ этих карт позволил говорить о том, что среди видов антропогенного воздействия на территории рассматриваемого района можно выделить следующие: строительство селитебных комплексов; промышленные стационарные источники загрязнения природной среды; воздействие транспорта: автомобильного и железнодорожного; прокладка трубопровода; ведение сельского хозяйства (пашня (87,6%), пастбища); разработка месторождений полезных ископаемых. Каждый вид антропогенного воздействия порождает определенный набор экологических проблем. Например, орошение [3, с. 37] – деградацию и загрязнение почв, истощение и загрязнение вод, комплексное нарушение земель и разрушение локальных геосистем.

К наиболее острым экологическим проблемам в Советском муниципальном районе следует отнести: загрязнение воздушного бассейна; истощение и загрязне-

ние вод; деградацию и загрязнение почв; уменьшение видового разнообразия биоты, но есть и другие.

Несмотря на то, что в каждом из девяти муниципальных образований (МО) района имеется определенное сочетание видов антропогенного воздействия [4; 5, с. 5-6, с. 21], перечисленные выше экологические проблемы встречаются в полном составе во всех муниципальных образованиях. Однако степень их проявления различна и, как отмечает Б.И. Кочуров [3, с. 35], может быть охарактеризована через интенсивность и площадь распространения изменений природных свойств ландшафтов. Интенсивность мы выразили через совокупность видов антропогенного воздействия и, соответственно, наличия экологических проблем. Площадь распространения изменений природных свойств ландшафтов учтена нами при оценке уровня изменения ландшафтов.

Для того чтобы разобраться в том, какие виды антропогенного воздействия встречаются в каждом муниципальном образовании, какие территории являются наиболее измененными в результате деятельности человека, и, соответственно, где и какая степень проявления экологических проблем имеет место быть, было рассмотрено каждое муниципальное образование со всеми его составляющими в отдельности.

Для более удобного восприятия и с целью дальнейших расчетов суммарное число видов антропогенного воздействия в МО перевели в расчетный балл. Для этого в каждом муниципальном образовании наименьшему количеству воздействий был присвоен один балл, максимальному – 3 балла (табл. 1).

Таблица 1

**Наличие видов антропогенного воздействия
в муниципальных образованиях Советского района**

Муниципальные образования	Транспорт	Орошаемое земледелие	Полезные ископаемые	Выпас скота	Трубопровод	Стационарные источники	Селитебные комплексы	Пашня	Общее кол-во видов антр. воздействия	Расчетный балл
Пушкинское	+			+	+	+	+	+	6	2
Любимовское	+	+		+	+		+	+	6	2
Культурское	+			+	+		+	+	5	1
Розовское	+			+	+		+	+	5	1
Мечетненское	+	+		+	+		+	+	6	2
Наливнянское	+		+	+	+	+	+	+	7	3
Золотостепское	+		+	+	+	+	+	+	7	3
Советское	+	+		+	+		+	+	6	2
Степновское	+		+	+	+	+	+	+	7	3

Имея представление о видах антропогенного воздействия в районе, можно проследить площадь охвата каждым из них. Площадь, занятая тем или иным видом антропогенного воздействия, либо их совокупностью, соответствует площади территории, измененной в результате этого воздействия.

Баллы, отражающие площадь муниципального образования, измененную в результате антропогенной деятельности, присваивались по принципу: чем меньше площадь, занятая конкретным антропогенным воздействием, тем ниже балл. Разброс получился от 1 до 3 баллов. Полученные баллы по каждому виду антропоген-

ного воздействия в каждом МО были сложены и затем переведены в расчетные баллы, то есть – наименьшему суммарному баллу присваивался расчетный балл равный единице, и далее – по возрастанию. В итоге получился разброс от 1 до 8 баллов.

Имея все необходимые показатели, выраженные в баллах, можно построить таблицу степени проявления экологических проблем, где по вертикали представлены баллы, отражающие уровень изменения природных ландшафтов, а по горизонтали – расчетный балл, характеризующий совокупность видов антропогенного воздействия в муниципальных образованиях района.

Интегральное влияние всех составляющих оценивали суммой баллов. В данном случае, суммирование баллов оправдано, так как, взаимодействуя между собой параметры, либо усиливают совместное влияние, либо, наоборот, сдерживают друг друга [1, с.28], что и отражает суммарное проявление степени экологических проблем. Чем выше суммарный балл, тем выше степень проявления экологических проблем.

В итоге выделены муниципальные образования с «очень слабой», «слабой», «средней», «сильной» и «очень сильной» степенью проявления экологических проблем в районе. Разброс суммарных баллов составил от 2 («очень слабая») в Розовском муниципальном образовании до 11 («очень сильная» степень) в Степновском МО (табл. 2).

Таблица 2

**Степень проявления экологических проблем
в Советском районе Саратовской области**

Уровень изменения природных ландшафтов (баллы)	Совокупность видов антропогенного воздействия (баллы)		
	1	2	3
1	2 Розовское МО	3	4
2	3	4 Мечетненское МО и Советское МО	5
3	4	5	6
4	5 Культурское МО	6 Любимовское и Пушкинское МО	7
5	6	7	8 Наливнянское МО
6	7	8	9 Золотостепское МО
7	8	9	10
8	9	10	11 Степновское МО

«Слабая» степень проявления экологических проблем наблюдается в Культурском, Советском и Мечетненском муниципальных образованиях, которые располагаются на востоке, северо-западе и севере данного района соответственно. «Средняя» степень отмечается в Любимовском МО и Пушкинском МО, расположенных на северо-востоке, и в южной части данного района. «Сильная» прослеживается в Наливнянском и Золотостепском муниципальных образованиях, находящихся в центре района. Таким образом, муниципальные образования с большей

степенью проявления экологических проблем расположены в центральной части района, а с меньшей, соответственно, по его периферии. Это объясняется тем, что в центральной области района исследования имеет место разработка полезных ископаемых, а также отмечается преобладающая часть промышленных стационарных источников загрязнения, имеющих в районе. Все это усиливает степень проявления здесь экологических проблем.

Составленная в программе MapInfo Professional 11.5 одноименная итоговая карта показала, что 21,5% территории подвергается «очень сильной» и «сильной» степени проявления экологических проблем и 23,8% – «средней». В связи с этим можно предположить, что экологическая обстановка в Советском муниципальном районе не вполне благоприятная, и имеется тенденция к еще большему ее ухудшению. Чтобы избежать серьезных негативных последствий, необходимо применять меры для более рационального использования территории района и постоянно вести мониторинг за состоянием окружающей природной среды в его пределах.

Список литературы

1. Горшкова Л.Ю. Картографирование устойчивости городской среды // Сборник тезисов докладов по материалам Международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам «Ломоносов – 2000». – М.: МГУ, 2000. С. 28.

2. Горшкова Л.Ю., Баранова Л.В. Анализ антропогенной нагрузки территории Советского района Саратовской области // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 4-3. С. 80-83.

3. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. Смоленск: Изд-во СГУ, 1999. 154 с.

4. Советский район (Саратовская область): Википедия. URL: [https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%82%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD_\(%D0%A1%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C\)](https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%82%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD_(%D0%A1%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C)) (дата обращения 5.02.17).

5. Схема территориального планирования Советского муниципального района Саратовской области (Графические приложения), Том IV, книга 1. Саратов: ГУПП «Институт Саратовгражданпроект», 2009. 54 с. // Фондовые материалы географического факультета СГУ имени Н.Г.Чернышевского.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ В КИРОВСКОМ РАЙОНЕ г. САРАТОВА

Горшкова Л.Ю.

доцент кафедры физической географии и ландшафтной экологии, к.г.н.,
Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н.Г. Чернышевского, Россия, г. Саратов

Гуськов Ю.О.

студент 3 курса географического факультета, Саратовский национальный
исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского,
Россия, г. Саратов

В статье представлены начальные результаты исследования системы обращения с твердыми коммунальными отходами на территории Кировского района г. Саратова, отра-

жающие анализ таких элементов системы, как сбор и удаление отходов потребления. Проведена проверка соответствия контейнерных площадок и числа сборных емкостей на них санитарным нормам. Выделены некоторые закономерности в размещении контейнерных площадок по территории района исследования. Выявлены нарушения в организации обращения с твердыми коммунальными отходами в данном районе.

Ключевые слова: система обращения с отходами, твердые коммунальные отходы, размещение контейнерных площадок, мусорные контейнеры, г. Саратов, Кировский район.

Неизбежным следствием функционирования любой городской системы является образование отходов. С ростом населения и развитием промышленности проблема образования отходов приобрела глобальный масштаб и требует пристального внимания.

На территории России сфера обращения с отходами регламентируется Федеральным законом №89 «Об отходах производства и потребления» [8]. В соответствии с изменениями в данном документе, привычный для всех термин «твердые бытовые отходы (ТБО)» заменен на «твердые коммунальные отходы (ТКО)» [8, с. 6].

Система обращения с отходами включает «деятельность по сбору, накоплению, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов» [8, с. 5].

Существующая система учета и контроля образования и размещения отходов из-за своей децентрализации препятствует получению достоверной информации о фактическом образовании отходов как в городе Саратов в целом, так и в Кировском районе в частности.

Кировский район – один из шести административных районов Саратова – имеет площадь 3305 га [5], вытянут в субмеридиональном направлении, и занимает участки северной и центральной частей города. На западе он граничит с Ленинским районом, на востоке – с Волжским и на юге – с Фрунзенским районом г. Саратова.

Согласно исследованиям Л.Ю. Горшковой и Л.А. Митяевой [3, с. 65], значительная часть Кировского района относится к повышенному уровню потенциального геохимического загрязнения. Кроме этого, небольшой угол наклона поверхности территории района [2, с. 123] и почвообразующие породы, представленные в основном суглинками [2, с. 118], обладающими относительно высокой степенью опасности остаточного накопления загрязнителей препятствуют естественному самоочищению. В этой связи, захламление территории коммунальными отходами может способствовать усилению напряженности экологической обстановки в районе.

Опасность загрязнения территории отходами потребления затрагивает все стадии обращения с отходами, начиная с их сбора и транспортировки, заканчивая утилизацией и захоронением.

В Саратове утвержден контейнерный способ валового сбора и вывоза ТКО из жилых кварталов. Для выявления проблем в системе обращения с ТКО в период с 12.09.2016г. по 20.01 2017 г. на территории Кировского района авторами статьи был проведен сбор фактического материала о количестве контейнеров на контейнерных площадках, их удаленности от жилой застройки, материале изготовления мусорных контейнеров, а также компаниях, обслуживающих различные контейнерные площадки.

Сбор и транспортировку коммунальных отходов в данном районе осуществляют организации «Мехуборка-Саратов» и «СпецАТХ». Крупнейшим региональным оператором по обращению с отходами является компания «Мехуборка-Саратов», которой принадлежит около 80% контейнерных площадок, установленных на улицах Кировского района.

В период исследований на территории Кировского района было обследовано 80 контейнерных площадок, на которых размещено 313 мусорных контейнеров, изготовленных, в основном, из пластика. Около 80% пластиковых контейнеров принадлежат компании «Мехуборка-Саратов». Меньшая часть контейнеров изготовлена из металла. Подавляющая часть последних относится к МУП «СпецАТХ». В индивидуальной застройке зачастую встречается установка больших единичных контейнеров на целый квартал. Это привело к разреженности контейнерной сети, а, следовательно, к значительной удаленности некоторых домов от мусорных контейнеров. Данный факт способствует к тому, что многие жители выставляют свои коммунальные отходы к проезжей части, где они источают неприятный запах, портят внешний вид улиц, привлекают бродячих животных, что влечет за собой дополнительные проблемы.

Вызывает опасения и состав мусора. Жители выбрасывают в урны строительный мусор, бытовую технику, а также в некоторых случаях предметы, представляющие опасность, и требующие особых процедур по их утилизации, такие как: аккумуляторные батареи, люминесцентные лампы, медицинские препараты, сложную электронику, различные удобрения.

Согласно СанПиН 42-128-4690-88 [7], площадки для установки контейнеров должны быть открытыми, с водонепроницаемым покрытием и удалены от жилых домов, детских учреждений, спортивных площадок и от мест отдыха населения на расстояние не менее 20м, но не более 100м. Нижняя граница данного норматива в Кировском районе Саратова соблюдается крайне редко, независимо от обслуживающей компании. В первую очередь, это связано с очень плотной застройкой территории. Расположить мусорные контейнеры в необходимой удаленности от сооружений часто практически невозможно. Средняя удаленность площадок от зданий и сооружений в районе исследования составляет около 10 метров. Зачастую контейнеры стоят прямо на почве, не имеют необходимого ограждения и переполнены мусором, что говорит о неправильной организации обращения с отходами на данных участках.

В целом, в Кировском районе можно выделить следующие закономерности в размещении контейнерных площадок: наибольшая густота контейнерной сети наблюдается в центральных кварталах Кировского района – вокруг Колхозного рынка, рынка «Привоз» и ТРЦ «Триумф-молл». Наиболее презентабельной, с точки зрения густоты контейнерных площадок, а также материалов, из которых выполнены контейнеры, можно назвать улицу Кутякова. Контейнерные площадки на всем протяжении данной улицы расположены не далее, чем 50 метров друг от друга, а также все мусорные контейнеры здесь выполнены из пластика. Наименее благополучными в плане сбора отходов можно назвать более удаленные от центра города участки Кировского района: около границы с Ленинским районом, а также – вблизи поселка «Солнечный». Количество контейнерных площадок там существенно меньше, чем в центре, интервал между ними больше, а также чаще встречаются мусорные контейнеры в плохом состоянии.

Для проверки соответствия контейнерных площадок и числа сборных емкостей на них нормам размещения была составлена аналитическая карта на исследованную часть района (рисунок). Для выявления особенностей локализации контейнеров использовались структурные диаграммы. Анализ карты показал неравномерное размещение контейнерных площадок по территории района. Наряду с этим, можно отметить следующие нарушения:

- нерегулярное обслуживание контейнерных площадок и прилегающей к ним территории;
- ошибки при размещении контейнеров: слишком малое или слишком большое их количество (например, на улицах Университетской, Луговой, Челюскинцев), недостаточная удаленность от жилой застройки;
- нарушения нормативов оборудования контейнерных площадок (отсутствие ограждения, твердого покрытия, уклона в сторону подъезда к площадке);
- наличие несанкционированных свалок (улица Рахова).



Рис. Распределение контейнеров по контейнерным площадкам в южной части Кировского района г. Саратова (фрагмент)

После сбора, коммунальные отходы вывозят на полигоны, находящиеся за чертой города. Мусор складировается на полигоне ТКО в Александровском карьере (Заводской район города), полигоне ТКО ООО СТМ «Капитал» (в 2 км севернее поселка Расково, вдоль автодороги Саратов – Дубки), полигоне ТКО ООО «Вектор Н» (Саратовский район Саратовской области, в 6 км северо-западнее с. Еремеевка) [1]. Кроме этого, в начале текущего года завершено строительство двух мусороперегрузочных станций на Елшанском и Гусельском полигонах ТКО Саратова, рассчитанных на совокупный прием 150-175 тыс.т. ТКО в год при работе в две смены. Мусор с них будет транспортироваться для переработки на Энгельсский межмуниципальный полигон. Все это, как считают специалисты, позволит остановить процесс накопления мусора на саратовских свалках [4; 6].

Список литературы

1. В Саратове мусор вывозят за пределы города. URL: <http://m.saratovnews.ru/news/2014/07/31/v-saratove-mysor-vyvozyat-na-tri-poligona-za-predely-goroda> (дата обращения 12.07.2017).
2. Горшкова Л.Ю. Картографирование потенциальной устойчивости территории города (на примере г. Саратова): дисс. ... канд. геогр. наук. М., 2002. 173с.
3. Горшкова Л.Ю., Митяева Л.А. Анализ геохимического загрязнения урбанизированной территории (на примере г. Саратова) // Инженерная биология в современном мире: сборник материалов межд. конф. – Майкоп: ИП Магарин О.Г., 2011. С.64-70.
4. Мусор из Саратова будут увозить в Энгельс. URL: <http://news.sarbc.ru/main/2016/11/18/190747.html> (дата обращения 02.04.2017).
5. Официальный сайт администрации муниципального образования «Город Саратов». URL: <http://www.saratovmer.ru/rayony/kirovskiy/about/> (дата обращения 02.04.2017).
6. Производственные площадки саратовских мусороперегрузочных станций готовы к эксплуатации. URL: <http://nversia.ru/news/view/id/97115> (дата обращения 12.07.2017).
7. СанПиН 42-128-4690-88 «Санитарные правила содержания территорий населенных мест». URL: <http://www.vashdom.ru/sanpin/42-128-4690-88/> (дата обращения 02.04.2017).
8. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 №89-ФЗ (ред. от 29.12.2015). Новосибирск: изд-во Норматика, 2016. 36 с.

ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ МОСТОВСКОГО РАЙОНА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Титаренко М.А.

магистрант, Кубанский государственный университет, Россия, г. Краснодар

Потанова А.Е.

студентка, Кубанский государственный университет, Россия, г. Краснодар

В статье описывается природный и культурно-исторический рекреационный потенциал Мостовского района Краснодарского края. Богатый туристско-рекреационный потенциал позволяет развивать разные виды туризма, в том числе относительно новые для края (сельский туризм). В современных условиях туризм способен стать катализатором социально-экономического развития района.

Ключевые слова: природные и культурно-исторические рекреационные ресурсы, туризм, Мостовский район, Краснодарский край.

Мостовский район считают юго-восточными воротами Краснодарского края – здесь проходит граница с Карачаево-Черкесской республикой, республикой Адыгея, республикой Грузия, Адлерским районом г. Сочи.

На территории района расположена восточная часть Кавказского государственного природного биосферного заповедника. Заповедник имеет международное, эталонное значение, как участок нетронутой природы, сохранивший первозданные ландшафты с уникальной флорой и фауной. Основа его рельефа – Главный Кавказский хребет. Флора Кавказского заповедника насчитывает около 3 тыс. видов растений, обитают 89 видов млекопитающих, 248 видов птиц.

Территория Мостовского района представляет собой предгорный и горный ландшафт и характеризуется отметками от 240 до 3345 м над уровнем моря (рис. 1)

с самой высокой точкой Краснодарского края – горой Цахвоа (3345 м). На границе Баговского сельского округа и Республики Адыгея находится гора Большой Тхач (2368 м). Тхачский массив среди немногих на Северном Кавказе в 1999 году был включен Международным фондом дикой природы в список Всемирного природного наследия. На Большом Тхаче можно увидеть тис, бук, самшит и реликтовые пихтовые леса. Ранее были обнаружены неизвестные виды растений и бабочек. В этом прекрасном и экологически чистом районе гнездятся белоголовые сипы, обитают зубры и туры.

Не менее интересна и местная гора Ачешбок (2486 м) в юго-восточной части Тхачского хребта. Она отвесными скальными бастионами обращена к горе Большой Тхач и является ее зеркальным отражением. Чуть ниже – обширные субальпийские луга. У местных жителей они именуется левой и правой Воротинами. Между ними – седловина перевала Чертовы Ворота. На топографических картах гора Ачешбок Западный именуется Чертовыми Воротами.

В районе поселка Бугунжа находится живописный уголок нетронутой природы «Гришкина яма».

Еще одно великолепное природное место – ущелье Кызыл-бек. Оно достигает в глубину до 300 м и ширину до полукилометра. Здесь много родников, водопадов, пещер. Дорога проходит через альпийские луга до горы Мишкин Бугор (1659 м), с которой открывается очень красивый вид южной части Мостовского района.

Богат Мостовский район и культурно-историческими рекреационными ресурсами. Культурно-исторические ресурсы представляют собой наследие прошлых эпох общественного развития, это совокупность объектов и явлений, связанных с деятельностью человека и являющихся ее результатами материального и нематериального характера [1]. В результате проведенного ранжирования муниципальных районов по количеству культурно-исторических объектов выяснилось, что Мостовский район относится к числу районов с низко насыщенным потенциалом (рис. 2) [4].



Рис. 1. Физическая карта Мостовского района



Рис. 2. Культурно-исторические рекреационные ресурсы Мостовского района

Удивительными памятниками археологии в Мостовском районе являются дольмены Зацепиной поляны и дольмены, расположенные на левобережье реки Кизинка. Обнаружены самые древние на всем Северном Кавказе останки неандертальцев близ станции Баракаевской, в Монашеских пещерах Губского ущелья.

Городище Колокольня находится в 1,5 км к востоку от центральной части станицы Бесленевской на побережье реки Ходзь. Оно относится к культуре государства Алании и датируется IX-XIII веками.

Здесь есть петроглифы – наскальные надписи и рисунки в горном массиве Ятыргварта, оставленные рукой человека в первобытные времена верхнего палеолита III тысячелетия до нашей эры.

Большую ценность имеют памятники архитектуры, такие как уникальный арочный мост через балку (середина XIX в.) в станице Махошевской, выложенный из камня без применения раствора. Не менее интересны фрагменты Турецкого моста в п. Никитино.

Одним из особо примечательных мест является урочище «Котел» со смотровой площадкой над красивейшим ущельем (каньоном), по дну которого протекает река Андрюк.

В районе развиты несколько видов туризма – это конный туризм, рафтинг, и, конечно же, пешеходный туризм.

По району проходят туристические маршруты, разработанные Кавказским государственным природным биосферным заповедником.

Один из этих маршрутов проходит по территории заповедника и заканчивается в поселке Красная поляна. Очень интересны маршруты по пещерам и водопадам поселка Никитино, в долине реки Лаба.

Также в районе известно 8 месторождений минеральных вод, наиболее известным среди них является Губское. Источник минеральных вод по химическому составу аналогичен источникам курортов Нальчик, Старая Русса. Минеральная вода содержит йод, бром, натрий, калий и целый ряд других компонентов. Показания к лечению: хронические гастриты, не осложненная язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, хронические колиты и энтероколиты, хронические заболевания печени, желчевыводящих путей, хронические панкреатиты, хронические заболевания мочевыводящих путей, болезни обмена веществ – сахарный диабет, ожирение, подагра.

Мостовский район обладает потенциалом для развития сельского туризма.

Под сельским (аграрным) туризмом понимается комплексная сфера социально-экономической деятельности, ориентированная на создание дополнительного источника дохода для жителей сельской местности и развитие сельских территорий посредством предоставления сельскими жителями туристских услуг. Сельский туризм выделяется как самостоятельный вид туризма на основе особых форм рекреационных занятий: знакомство и погружение в сельский образ жизни через общение с местными жителями, следование сельским традициям и обычаям, изучение исторического, культурного, природного наследия сельской местности, проба блюд местной кухни, прогулки и пикники в сельской местности, уход за домашними животными, занятия другими сельскохозяйственными видами деятельности [3].

Хотя в каталоге объектов сельского туризма Краснодарского края район представлен лишь двумя объектами (база отдыха «Рыбный ручей» и усадьба «Баракаевская сказка»), здесь имеются все условия для успешного развития данного вида туристской деятельности. На территории района реализуется туристический проект «Баракаевские умельцы», целями которого являются изучение народных традиций, истории, культуры Кубани и Мостовского района, возрождение народных промыслов, освоение экологического земледелия и строительства и производство экопродукции, формирование культуры здорового образа жизни.

Мостовский район обладает значительными запасами рекреационных ресурсов, не имеющих аналогов не только в России, но и во всей Европе. Поэтому не случайно две территории Мостовского района включены в список объектов Всемирного природного наследия ЮНЕСКО – это Тхачевский массив и Кавказский государственный биосферный заповедник, который занимает 30% всей площади района.

Богатый туристско-рекреационный потенциал Мостовского района непременно должен использоваться в целях регионального развития. Эффекты от развития туризма для местных сообществ были многократно доказаны через анализ экономического, социально-культурного и экологического воздействия туристской деятельности в регионе [1].

В то же время современные тенденции развития индустрии туризма в условиях санкций против России позволяет сделать выводы о том, что российская индустрия туризма имеет большой потенциал развития при условии диверсификации отрасли и модернизации инженерных сетей в связи с новыми потребностями граждан путешествовать по стране и ограничением возможностей россиян ездить за рубеж и что популяризация внутреннего туризма может быть достигнута за счет изменения стратегических ориентиров туроператоров, которые могут воспользоваться создавшейся ситуацией и направить усилие на развитие внутреннего туризма. Все это в полной мере относится к муниципальным образованиям Краснодарского края [5]. Развитие туризма в Мостовском районе вполне способно привлечь большое количество туристов, стать альтернативным источником доходов для местного населения и локомотивом социально-экономического развития района.

Список литературы

1. Миненкова В.В. Культурно-исторический потенциал Азово-Черноморского побережья Краснодарского края / В.В. Миненкова, А.Е. Потапова // Вестник научного общества географического факультета / под общей редакцией Т.А. Волковой. Краснодар, 2016. С. 149-153.
2. Миненкова В.В. Туризм как фактор социально-экономического развития горных территорий (на примере республик Центрального Кавказа): дисс. ... геогр. наук. Краснодар, 2003. 213 с.
3. Миненкова В.В. Сельский туризм: сущность и направления развития // Актуальные проблемы развития сельского (аграрного) туризма в условиях современных геополитических и социально-экономических вызовов: материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 53-59.
4. Потапова А.Е. Оценка историко-культурного потенциала Краснодарского края / А.Е. Потапова, В.В. Миненкова // Вестник научного общества географического факультета / под общей редакцией Т.А. Волковой. Краснодар, 2017. С. 151-155.
5. Салеева Т.В. Тенденции развития индустрии туризма в условиях санкций против России / Т.В. Салеева, В.В. Миненкова, Д.В. Финкин // Географические исследования Краснодарского края сборник научных трудов. Под общей редакцией А.В. Погорелова. Краснодар, 2016. С. 127-131.

СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ

Баженов Ю.В.

профессор кафедры автомобильного транспорта, канд. техн. наук, профессор, Владимирский государственный университет, Россия, г. Владимир

Баженов М.Ю.

доцент кафедры автомобильного транспорта, канд. техн. наук, доцент, Владимирский государственный университет, Россия, г. Владимир

Приведена статистика эксплуатационных повреждений электронных систем управления двигателем. Предложены диагностические параметры, оценивающие техническое состояние ЭСУД с обоснованием их нормативных значений. Для своевременного выявления и устранения возникающих в ЭСУД повреждений разработана методика и алгоритмы диагностирования ее подсистем. Внедрение разработок в технологические процессы обслуживания и ремонта автомобилей позволяет существенно снизить количество отказов ЭСУД в эксплуатации и затраты на обеспечение ее работоспособного состояния.

Ключевые слова: диагностирование, параметр, ЭСУД, подсистема, элемент, наработка, алгоритм.

Работой современного двигателя внутреннего сгорания управляет электронная система (ЭСУД), которая позволяет добиться высоких технико-экономических показателей работы ДВС с соблюдением жестких экологических требований по токсичности отработавших газов. В процессе эксплуатации в элементах ЭСУД, как и в других системах автомобиля, из-за изнашивания, старения, коррозионного разрушения контактов, разрушения изоляции, загрязнения возникают различные повреждения. Это влечет за собой ухудшение выходных параметров работы ДВС (мощности, топливной экономичности, выбросов вредных веществ с отработавшими газами и др.) и, в конечном счете, приводит к частичной или полной потере им работоспособного состояния. В табл. 1 приведены результаты исследований эксплуатационной надежности ЭСУД 1.6 THP Turbo Tiptronic (110 кВт), выполненные в дилерском центре по обслуживанию автомобилей марки «Peugeot» в г. Владимире.

Для предупреждения отказов и обеспечения заданного уровня эксплуатационной надежности ЭСУД при проведении регламентных технического обслуживания (ТО) автомобилей целесообразно контролировать состояние конструктивных элементов этих систем и при необходимости устранять в них возникшие повреждения. В регламенте ТО автомобилей операции контроля этих сложных технических систем не предусмотрены. Заводами-изготовителями при проведении регламентных ТО рекомендуется проверять коды неисправностей в памяти электронного блока управления (ЭБУД) и только при их наличии выполнять необходимые контрольно-диагностические операции. При отсутствии в ЭБУД кодов неисправностей ЭСУД признается технически исправной и дополнительные проверки не проводятся. В результате при выполнении регламентных ТО автомобилей допускается значительное число не выявленных в ЭСУД скрытых неисправностей, что приводит к росту отказов этих систем в эксплуатации.

Таблица 1

Основные повреждения элементов ЭСУД

Элемент ЭСУД	Причины возникновения отказа элемента	Доля отказов, %
1. Электромагнитный клапан регулирования фаз ГРМ	Загрязнение масляных каналов. Обрыв проводников в обмотке, межвитковое замыкание обмотки.	11,8
2. Кислородный датчик	Частичное или полное выгорание токопроводящего слоя нагревательного элемента датчика. Нарушение его чувствительного из-за использования некачественного бензина.	10,8
3. Топливный насос высокого давления (с регулятором давления топлива)	Износ плунжерных пар насоса. Нарушение герметичности запорного клапана регулятора давления вследствие его загрязнения. Разрушение изоляции, межвитковое замыкание в обмотке.	9,4
4. Электронная дроссельная заслонка	Зависание или износ щеток, межвитковое замыкание в обмотке электродвигателя заслонки. Износ дорожки потенциометра датчика положения заслонки.	8,5
5. Топливный насос	Заклинивание якоря, зависание и износ щеток, износ коллектора, межвитковое замыкание и обрыв проводников в обмотке.	7,1
6. Катушка зажигания	Межвитковое замыкание, обрыв проводников в первичной или вторичной обмотке,	6,8
7. Каталитический нейтрализатор	Оплавление и закупоривание «сот» нейтрализатора.	5,5
8. Электромагнитная форсунка	Обрыв проводников в обмотке, замыкание между витками обмотки. Загрязнение распылительных отверстий форсунки.	5,3
9. Свеча зажигания	Износ и загрязнение контактов, разрушение или пробой изолятора.	4,7
10. Турбокомпрессор	Износ подшипников оси крыльчатки турбокомпрессора, деформация лопастей крыльчатки, нарушение герметичности перепускного клапана.	4,3
11. Электронный термостат (с датчиком температуры охлаждающей жидкости)	Короткое замыкание между выводами датчика температуры вследствие разрушения изоляции, частичное или полное выгорание токопроводящего слоя нагревательного элемента.	3,9
12. Электронный блок управления двигателем (ЭБУД)	Сбой в работе программного обеспечения, перегорание дорожек платы вследствие попадания влаги.	3,7
13. Электромагнитный клапан регулирования давления наддува	Загрязнение каналов клапана, межвитковое замыкание и обрыв проводников в обмотке, нарушение контактов паяных соединений датчика.	3,3
14. Прочие		14,9

Диагностирование ЭСУД является одним из самых сложных видов работ при техническом обслуживании и текущем ремонте автомобиля, требующее от исполнителя знаний конструкции ДВС, устройства и работы ЭСУД, умения пользоваться диагностическим оборудованием и технической документацией. Для упрощения процесса диагностирования предлагается разбить ЭСУД на четыре подсистемы: подачи воздуха, питания топливом, изменения фаз газораспределительного механизма и снижения токсичности отработавших газов. Каждая из этих подсистем

оценивается одним диагностическим параметром, отражающим техническое состояние входящих в них конструктивных элементов:

- отклонением давления воздуха во впускном коллекторе $P_{дв}$, мбар;
- отклонением давления топлива в рампе $P_{дт}$, бар;
- отклонением положения фазорегулятора впускного распределительного вала $\varphi_{гм}$, °ПКВ;
- коэффициентом коррекции топливоподачи $K_{кп}$, %.

Предельные значения этих параметров устанавливаются по результатам испытаний ЭСУД на заводах-изготовителях. Определение допустимых значений параметров, при которых обеспечивается необходимый уровень безотказной работы системы на заданной наработке и которые целесообразно использовать при диагностировании ЭСУД, предполагает наличие закономерностей их изменения по наработке.

Такие закономерности получают по результатам исследований эксплуатационной надежности подсистем в эксплуатации и с достаточной степенью точности описываются степенной функцией:

$$S(t) = S_n + vt^\alpha, \quad (1)$$

где S_n – номинальное значение диагностического параметра S ; v – интенсивность изменения параметра; α – показатель степени, определяющий характер и степень зависимости диагностического параметра от наработки t .

Зная периодичность регламентного обслуживания автомобиля (периодичность диагностирования t_d), величину предельного норматива S_n и интенсивность изменения параметра по наработке v , допустимое значение S_d определяется по формуле:

$$S_d = v \left(\sqrt[\alpha]{\frac{S_n}{v}} - t_d \right). \quad (2)$$

Рассчитанные по этой формуле допустимые значения диагностических параметров, оценивающих состояние подсистем ЭСУД 1.6 ТНР Turbo Tiptronic, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Нормативные значения диагностических параметров для оценки состояния подсистем ЭСУД

Диагностический параметр	Нормативное значение диагностического параметра		
	Начальное	Допустимое	Предельное
$P_{дв}$, мбар	41	80	100
$P_{дт}$, бар	3	7	9
$\varphi_{гм}$, °ПКВ	2	5	7
$K_{кп}$, %	1,5	5,5	6,2

Как показали выполненные исследования, выход за пределы допустимых значений диагностического параметра подсистемы ЭСУД свидетельствует о том, что в ней имеется какое-либо повреждение. И если своевременно не выявить и не устранить это повреждение, то с большой долей вероятности в процессе эксплуатации прошедшего ТО автомобиля возникнет отказ. Отказ ЭСУД может возникнуть и в том случае, когда диагностические параметры не превышают нормативных значений, но остаточный ресурс подсистемы меньше межконтрольной наработки автомобиля (периодичности ТО). Поэтому диагностирование необходимо выполнять и для определения запаса исправной работы подсистем ЭСУД.

Для практической реализации системы обслуживания ЭСУД на предприятиях автосервиса разработаны методики и алгоритмы диагностирования технического состояния для каждой ее подсистемы. В качестве примера на рис. 1 приведен алгоритм диагностирования подсистемы подачи воздуха.

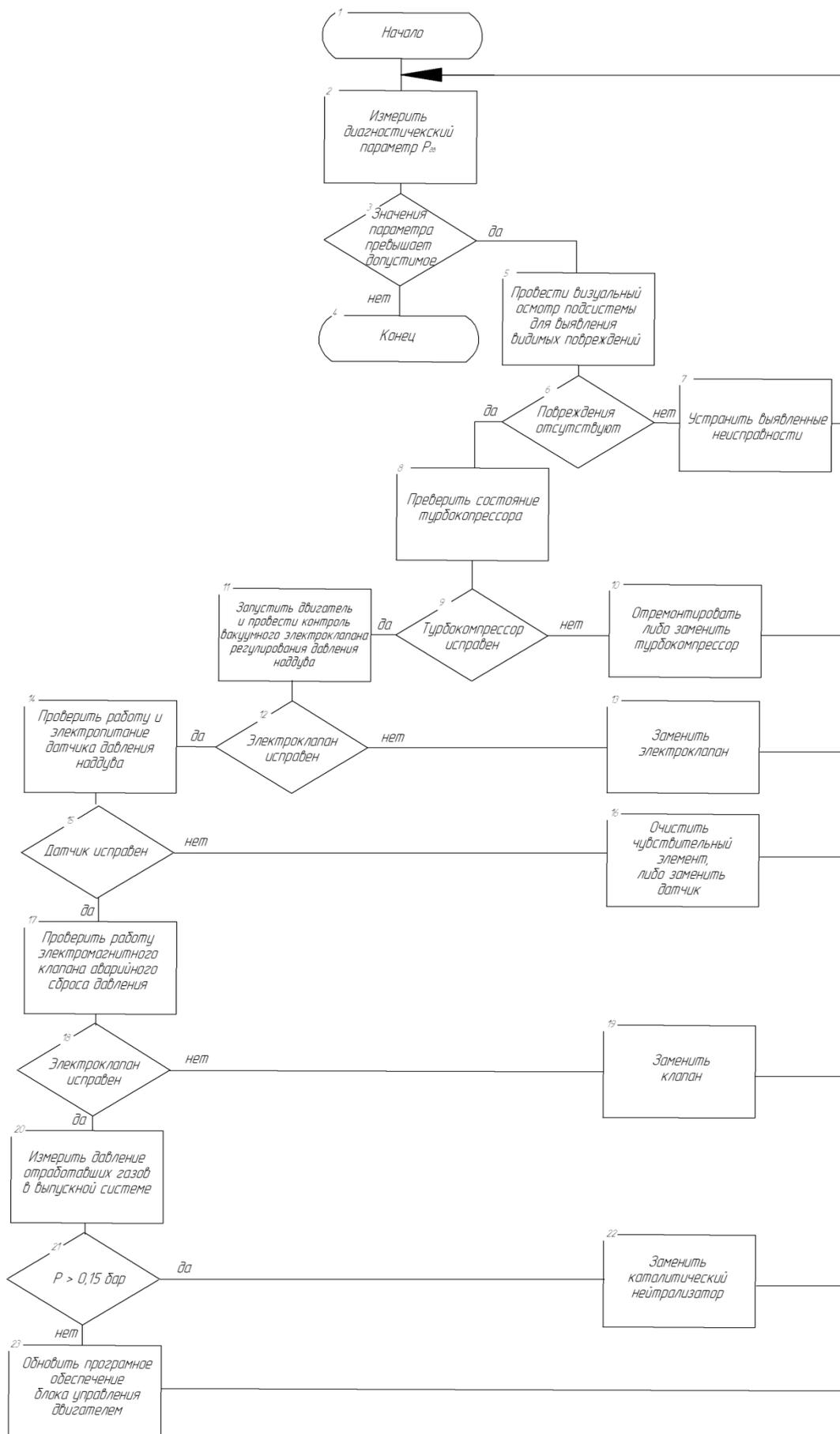


Рис. 1. Алгоритм диагностирования подсистемы подачи воздуха

Диагностирование подсистемы начинают с визуального осмотра с целью выявления видимых повреждений ее элементов и разгерметизации воздушных патрубков, впускного коллектора, дроссельной заслонки и т.д. Проверяют затяжку хомутов, надежность крепления воздушного теплообменника, турбокомпрессора, датчика давления воздуха.

При отсутствии видимых повреждений переходят к проверке технического состояния турбокомпрессора. Характерными неисправностями этого элемента, возникающими в процессе эксплуатации, являются деформации крыльчатки и увеличенный люфт ее оси вследствие износа сопряжения: ось – корпус турбокомпрессора. В зависимости от степени повреждения турбокомпрессор ремонтируют или заменяют.

Убедившись в исправности турбокомпрессора, контролируют состояние вакуумного электромагнитного клапана регулирования давления наддува. Основными неисправностями клапана являются повреждение обмотки и потеря герметичности его запорного устройства. Состояние обмотки клапана проверяют с помощью омметра, который подключается к выводам клапана. Обмотка исправна, если значение ее сопротивления не выходит за допустимые пределы ($R = 8-10 \text{ Ом}$). Техническое состояние запорного устройства клапана проверяется путем проведения контрольного теста, который выполняется с помощью диагностического сканера.

Для проверки работоспособности датчика давления воздуха необходимо измерить напряжение на его выходе и сравнить полученное значение с номинальной величиной. Измеренное напряжение должно соответствовать электрической характеристике датчика, представленной на рис. 2.

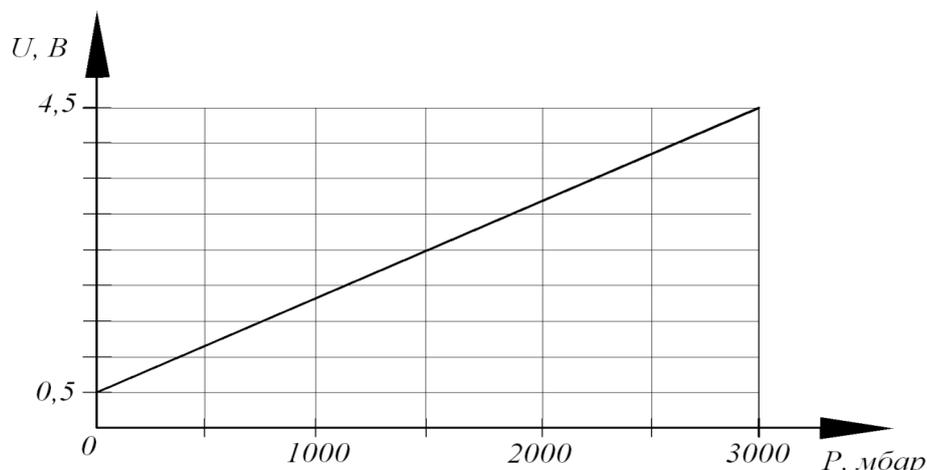


Рис. 2. График зависимости выходного напряжения датчика давления двигателя EP6 DT от давления воздуха во впускном трубопроводе:
 U – напряжение на сигнальном выходе датчика, В;
 P – давление во впускном трубопроводе, мбар

В некоторых случаях диагностирование датчика давления воздуха затруднено. Связано это с тем, что часто датчик теряет свою работоспособность на короткий промежуток времени (2-3 сек.). При этом сбои в его работе могут происходить крайне редко, например, два-три раза за несколько дней эксплуатации автомобиля. В таких случаях необходимо заменять датчик на исправный.

Работоспособность клапана аварийного сброса давления проверяют с помощью контрольного теста. На выводы клапана подается электрическое напряжение и визуально контролируется перемещение штока запорного устройства, который должен перемещаться равномерно, без заеданий.

Заключительным этапом диагностирования подсистемы является измерение давления в системе выпуска отработавших газов на участке от выпускного коллектора до каталитического нейтрализатора. Для этого демонтируют верхний кислородный датчик и на его место устанавливают манометр. Затем запускают двигатель и при различных оборотах коленчатого вала (от 1000 до 3500 об/мин.) снимают показания с прибора (рис.3). Измеренное давление не должно превышать 0,15 бар. Отклонение от установленного норматива указывает на неисправность каталитического нейтрализатора, который следует заменить.



Рис. 3. Измерение давления в выпускной системе

Разработанные методики и алгоритмы поиска и устранения возникающих в ЭСУД повреждений позволяют оптимизировать количество контрольно-диагностических операций и обеспечивают их выполнение с наименьшим коэффициентом повторяемости. Это значительно сокращает затраты на обнаружение, локализацию и устранение возникших в системе неисправностей и обеспечивает тем самым высокий уровень ее надежности в эксплуатации.

Список литературы

1. Баженов, Ю.В. Основы теории надежности машин: учебное пособие для вузов / Ю.В. Баженов. М.: ФОРУМ, 2014. – 320 с.
2. Баженов, Ю.В. Поддержание надежности электронных систем управления двигателем в эксплуатации / Ю.В. Баженов, В.П. Каленов // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2016. – № 2. – с. 2-5.
3. Болдин, А.П. Основы научных исследований: учебник / А.П. Болдин, В.А. Максимов. М.: ИЦ Академия, 2012. – 336 с.
4. Кузнецов, А.С. Техническое обслуживание и диагностика двигателя внутреннего сгорания: учебное пособие/ А.С. Кузнецов. М.: ИЦ Академия, 2011. – 80 с.
5. Набоких, В.А. Диагностика электрооборудования автомобилей и тракторов: учебное пособие / В.А. Набоких. М.: ФОРУМ, 2013. – 288 с.
6. Тюнин, А.А. Диагностика электронных систем управления двигателями легковых автомобилей: учебное пособие / А.А. Тюнин. М.: Солон-Пресс, 2007. – 352 с.

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ФАСАДОВ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Батанова А.Р., Файзуллина Ю. Г., Эльмукова Е.В.

студентки 4 курса, Ульяновский государственный технический университет,
Россия, г. Ульяновск

В данной статье рассматривается внешняя конструктивная часть зданий, а именно ряд современных материалов, применяемых для облицовки фасадов общественных зданий. Проводится сравнение основных характеристик строительных материалов, особенностей монтажа и установки.

Ключевые слова: строительные материалы, виниловый сайдинг, металлический сайдинг, сэндвич-панели, фасадные кассеты, керамогранит, облицовочное стекло, мокрый фасад.

Внешняя отделка зданий важна не только для их эстетического восприятия. Она позволяет утеплить дом снаружи, не отнимая у помещений полезную площадь и предохраняет стены от воздействия атмосферных осадков, продлевая тем самым срок эксплуатации строения.

Различают следующие виды отделки:

- Мокрые фасады, при отделке которых используются процессы, тесно связанные с водой;
- Вентилируемые фасады, при устройстве которых внешняя сторона здания закрывается облицовкой, а между ней и стеной остается зазор, который вентилируется для поддержания в нем оптимальных условий.

Навесной вентилируемый фасад представляет собой навесную фасадную конструкцию, которая состоит из слоя утеплителя, непосредственно примыкающего к несущей стене здания, ветро- и гидроизоляционной паропроницаемой мембраны, крепежной подсистемы навесного фасада и декоративной наружной облицовки вентилируемого фасада. Наличие воздушного промежутка в вентилируемом фасаде здания принципиально отличает его от других типов. Благодаря перепаду давлений в зазоре образуется ток воздуха, который обеспечивает вентиляцию внутренних слоев навесной фасадной системы, удаляет из ограждающей фасадной конструкции атмосферную влагу или влагу (водяной пар) из теплого помещения.

Материалом для вентфасадов служит виниловый сайдинг, металлический сайдинг, сэндвич-панели, фасадные кассеты, керамогранит, облицовочное стекло.

Виниловый сайдинг представляет собой профилированные трех-четырёхметровые панели шириной от 10 до 50 см и толщиной 1,0 – 1,15 мм. Облицовочные панели винилового сайдинга изготовлены из поливинилхлорида и имеют матовую поверхность, не требующую дополнительной покраски. Этот отделочный материал устойчив к коррозии, долговечен, а также относительно дешев, несмотря на сложную технологию изготовления. Виниловый сайдинг защищает стены от атмосферных осадков и ветра, устойчив к погодным перепадам температур от -30С до +55С. Он проницаем для пара и воздуха со стороны стен дома, что дает возможность уберечь их от конденсата. В отличие от дерева не подвержен рассыханию, растрескиванию, гниению и вредному воздействию насекомых. Виниловый сайдинг используется для облицовки фасадов частных домов и дач – новых и ветхих, утративших внешнюю привлекательность, также для облицовки участков фасадов

общественных зданий и строений (магазинов, подземных переходов), балконов, заборов и т.п.

Металлический сайдинг это современный материал для внешней отделки зданий. Изготавливается этот материал из оцинкованной стали холодного проката или алюминиевого сплава. Металлосайдинг легко переносит воздействия высокой влажности, умеренно кислой или щелочной среды и перепада температур, не впитывает влагу, не коробится под воздействием солнечных лучей и не гниет. Металлический сайдинг широко используется для облицовки фасадов зданий общественного, а также промышленного назначения. Применяют стальной сайдинг и для специального строительства, где предъявляются повышенные требования по пожаробезопасности, коррозионной стойкости, устойчивости к агрессивным средам, и др. Монтируется металлический сайдинг на деревянную или металлическую подконструкцию. Монтаж сайдинга лучше всего вести внахлест. Обшивка сайдингом довольно проста, но требует специальных технических навыков. Монтаж металлического сайдинга возможен как по горизонтали, так и по вертикали. Металлический сайдинг обеспечивает хорошую вентиляцию фасада, несущих стен и утеплителя [1, с. 54].

Сэндвич-панели (трехслойные панели) хорошо известны в качестве ограждающих конструкций. В настоящее время данный материал широко применяют в строительстве различных сооружений. Применяются сэндвич-панели при строительстве как жилых, так и производственных зданий. Облицовочные сэндвич-панели представляют из себя трехслойные элементы, состоящие из слоя утеплителя с наружной стороны облицованного металлом, а с внутренней – тонкой фольгой, специальной бумагой либо металлом. Панели крепятся на металлическую либо деревянную подвесную систему. В качестве утеплителя могут быть использованы минераловатная плита, пенополистирол, пенополиуретан. Современные сэндвич-панели обладают высокой огнестойкостью, соответствуют санитарным и экологическим нормам, их можно демонтировать и перевезти на другое место.

Фасадные кассеты представляют собой металлическую пластину с загнутыми с четырех сторон краями. Кассеты фасадные изготавливаются из оцинкованной стали, алюминия, меди, латуни с полимерным покрытием толщиной от 0,7 до 1,2 мм. При сравнительно низкой цене на металлические фасадные кассеты, они обладают высокими качественными характеристиками благодаря использованию высококачественного сырья и современному производству. Для изготовления металлических кассет подходят любые тонкокатанные металлические листы, как с покрытием, так и без него, а также листы из композитного материала. Монтаж фасадных кассет происходит: видимым креплением, скрытым креплением, навесным креплением. Кассеты фасадные монтируются снизу – вверх.

Фасадный керамогранит производится в виде плит. Керамический гранит изготавливается из смеси нескольких сортов глины (в том числе из каолина – благородной белой глины), чистейшего кварцевого песка, полевого шпата, минеральных добавок и красящих пигментов. Плитки прессуют под давлением порядка 500 килограммов на квадратный сантиметр. Благодаря такой технологии прессования плитка керамогранита имеет однородную по плотности структуру. К преимуществам керамогранитного фасада можно отнести монолитность, твердость, износостойкость, устойчивость цвета, стойкость по отношению к агрессивной среде, к морозам, к огню. Керамогранит удобен не только в строительстве новых зданий, но и в реконструкции старых. Область его применения необычайно широка, сюда от-

носятся и жилые дома, и коттеджи, и школы, и промышленные, торговые и общественные здания, и балконные и др. конструкции.

Облицовочное стекло – один из наиболее модных способов придать практически любому зданию современный и презентабельный вид. Облицовочное стекло может быть окрашено в любой цвет из достаточно широкого спектра путем нанесения особой краски для стекла (стеклоэмали). Стеклоэмаль представляет из себя водорастворимую краску, которую наносят на стекло, подсушивают, а затем вместе со стеклом отправляют в печь, где она запекается в него. После этого облицовочное стекло считается готовым. Такое стекло так же может иметь рисунок, имитирующий натуральный камень. Краска может быть нанесена как на обычное прозрачное стекло, так и на другие виды стекла – зеркальные, тонированные.

«Мокрые» фасады – это прикрепление термоизоляционного материала к поверхности стены с помощью клея и механических соединителей, а также создание на нем слоев штукатурки из стекловолокна и синтетических материалов. Их достоинство состоит в возможности индивидуального цветового и фактурного решений фасадов, возможности утепления откосов, меньшей трудоемкости выполнения работ, а также в наличии возможности дальнейшего обновления фасада. На основании данного метода строятся многие системы утепления зданий. Основное преимущество «мокрых» фасадов – практически неограниченная возможность архитектурных решений. В качестве утеплителя в «мокрых» системах с тонкослойной штукатуркой используются плотные минераловатные плиты или плиты из стекловолокна. Основную нагрузку в такой системе несет утеплитель, в связи с чем теплоизоляционные плиты сначала приклеиваются к несущей стене, а затем дополнительно крепятся дюбелями. По утеплителю формируется армированный слой, который состоит из клеящего раствора со стеклосеткой. Поверх наносится "финишный" декоративный штукатурный слой. Температура проведения работ для обеих систем – не ниже пяти градусов тепла [2].

Материалы, применяемые для фасадов общественных зданий, должны защищать их от воздействия окружающей среды, придавать завершающее архитектурное оформление, создавать особые санитарно-гигиенические условия, уменьшающие запыление, загрязнение, увлажнение, защиту от шума и др. И также – удовлетворять типовому архитектурному стилю, принятому в данной местности. Решающее влияние на техническую и экономическую эффективность отделочных материалов оказывают фактический срок службы, эксплуатационные расходы на текущие и капитальные ремонты, а также общий срок службы с учетом морального старения. Зачастую это и определяет выбор того или иного отделочного материала.

Список литературы

1. Материаловедение. Современные строительные и отделочные материалы: учебно-методическое пособие / А.В. Косых, Е.Н. Куванова. – Братск: ГОУ ВПО «Братский государственный университет», 2009. – 116 с.
2. URL: <http://fasad.guru/material/oblicovochnye-materialy-dlya-fasadov-domov-vidy-i-ceny.html> (дата обращения 27.07.2017)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Батанова А.Р., Файзуллина Ю.Г., Эльмукова Е.В.

студентки 4 курса, Ульяновский государственный технический университет,
Россия, г. Ульяновск

В данной статье подробно рассмотрены три направления автоматизации СКВ, а также методы повышения энергетической эффективности систем кондиционирования воздуха и вентиляции.

Ключевые слова: система кондиционирования воздуха, «система 6», «система 10», «система 11», электронные вычислительные машины.

В зарубежной периодической литературе отмечают три направления автоматизации СКВ: создание простых и дешевых, скомпонованных в агрегаты систем автоматизации; повышение скорости и качества их действия; применение ЭВМ.

Первое направление можно проиллюстрировать на примере системы, названной условно «системой 6». В эту систему входит экран, на который (при нажатии соответствующей кнопки) проектируется регулируемое оборудование. Одновременно это оборудование автоматически соединяется с кнопками для управления измерительными и регулирующими приборами. Десятичная матрица кнопок позволяет включить до 1000 точек получения информации и производить настройку и ручное управление механизмами, а также контролировать их действие.

Второе направление можно проследить на примере «системы 10» или «системы 11», в которых использованы скоростные развертывающие механизмы и микроэлектронные приборы. Системы имеют «память». При помощи «системы 10» или «системы 11» можно фиксировать изменения регулируемых величин, отмечать и устранять неполадки.

Третье направление можно проиллюстрировать следующими примерами.

1. В новом трехэтажном корпусе западной части аэропорта Орли (близ Парижа, Франция) сооружены эжекционная СКВ в периметральных помещениях, двухканальная СКВ высокого давления – в залах ожидания, а в остальных помещениях – одноканальная СКВ низкого давления. Общее количество перемещаемого воздуха 9 млн. м³/ч, холодопроизводительность холодильной станции 13,2 Гкал/ч, из них на СКВ расходуется 7,5 Гкал/ч. На холодильной станции установлены два турбокомпрессора по 1,8 Гкал/ч с электродвигателями по 486 кВт, один турбокомпрессор холодопроизводительностью 4,5 Гкал/ч с электродвигателем 1000 кВт и один турбокомпрессор холодопроизводительностью 4,75 Гкал/ч с электродвигателем 1360 кВт.

СКВ и холодильной станцией управляет ЭВМ. Последняя использует 400 информационных источников, измеряющих давление, температуру холодной воды, скорость вращения рабочих колес насосов, регулирует холодопроизводительность турбокомпрессоров, поддерживая постоянную температуру воды, выбирает шесть возможных ступеней мощности холодильных машин, определяет для каждой ступени наиболее экономичный режим работы, регистрирует состояние СКВ во времени и оптимизирует условия эксплуатации. Регистрация позволяет вносить изме-

нения в условия эксплуатации. При необходимости ЭВМ можно выключить и регулировать СКВ и отдельные агрегаты вручную.

2. В г. Хьюстон (США) в 1967-1968 гг. введено в эксплуатацию 27-этажное административное полностью электрифицированное здание. Отопление работает по циклу теплового насоса. Источником тепла низкого потенциала служат помещения с теплоизбытками от осветительных устройств, оборудования, людей и солнечной радиации. Для снижения теплопоступлений от солнечной радиации снаружи перед окнами установлены стеклянные экраны. Пространства между экранами и окнами омываются наружным воздухом. Внутри помещений имеются шторы.

Действие систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и холодоснабжения контролирует ЭВМ. Она же непрерывно регистрирует потребление тепла и холода, а также температуры в различных точках систем.

Благодаря применению электронных вычислительных машин снизились расходы на содержание персонала и затраты энергии.

3. Здание Международного валютного фонда в г. Вашингтон (США) с 1966г. обслуживает холодильная станция, на которой установлены два центробежных компрессора холодопроизводительностью по 1,95 Гкал/ч, один центробежный компрессор холодопроизводительностью 1,33 Гкал/ч и один поршневой компрессор. Испарители холодильных машин по воде соединены последовательно, поршневой компрессор присоединен параллельно центробежным. Работой холодильной станции и всей системы холодоснабжения управляет ЭВМ. Основная задача состоит в достижении наименьшего расхода электроэнергии. ЭВМ включает и выключает холодильное оборудование, переводит систему холодоснабжения на режим минимального потребления холода в выходные и праздничные дни (для этого составлена специальная программа, соответствующая календарю), включает систему отопления в зимнее время (при наружной температуре 0°C), последовательно включает отдельные холодильные машины по мере роста холодильной нагрузки, при неисправностях подает сигналы тревоги. ЭВМ регулирует расходы холода и электроэнергии за каждые сутки и подсчитывает стоимость эксплуатации системы. Эксплуатация ЭВМ показала, что она окупилась гораздо раньше расчетного срока.

Расчеты, произведенные для конкретного случая применения счетно-решающего устройства в университетских зданиях, показали, что удастся сэкономить 15,8% на приобретении средств автоматического регулирования, 5% на оплате электроэнергии, а также на заработной плате персонала и расходах на обслуживание систем. Годовая экономия эксплуатационных расходов для комплекса зданий общей стоимостью 240 млн. марок ФРГ составила 104 тыс. марок ФРГ.

Применение логических схем и современных средств вычислительной техники для автоматизации СКВ, естественно, требует постоянного повышения квалификации инженеров-проектировщиков и эксплуатационников [1, с. 58].

В промышленных, гражданских и сельскохозяйственных производственных зданиях повсеместно отмечается рост тепловыделений от технологического оборудования, солнечной радиации и освещения. Вследствие этого целесообразно утилизировать избыточное тепло для отопления и подогрева вводимого в здания наружного воздуха. Утилизация приводит к повышению энергетической эффективности систем кондиционирования воздуха и вентиляции.

Необходимо всемерно снижать тепловые и холодильные нагрузки на СКВ, что может быть достигнуто: уменьшением относительной величины остекления наружных стен; затенением окон; применением теплопоглощающего и отражаю-

щего остекления, солнцезащитных устройств и светильников с воздушным и водяным охлаждением. В этой связи, по-видимому, целесообразно предусмотреть в действующих в СССР нормативных документах соответствующие указания и рекомендовать ускорить освоение промышленного производства недорогого теплопоглощающего и отражающего стекла, солнцезащитных жалюзи и охлаждаемых светильников [2, с. 4].

Частичное снижение расчетных тепловых и холодильных нагрузок на СКВ может быть достигнуто правильным учетом в расчетах аккумулирующей способности наружных и внутренних ограждений, а также применением в условиях эксплуатации натопа и предварительного охлаждения зданий. В этой связи представляет определенный интерес изучение упрощенных зарубежных методов расчета и выявление степени их сходимости с методами расчета, применяемыми в СССР.

Заслуживает большого внимания применение регенеративных энтальпийных теплообменников, по зарубежным данным, обладающих большими техническими и экономическими преимуществами, особенно в прямоточных СКВ, весьма распространенных в промышленных и общественных зданиях.

Опыт проектирования и эксплуатации различных видов тепловых насосов представляет большой интерес для советских специалистов. Его перенос в отечественную практику в значительной мере определяется развитием холодильного машиностроения и промышленности, изготавливающей полупроводники.

Несомненный интерес представляет опыт комплексного с самых ранних стадий интегрированного проектирования зданий различными специалистами. По-видимому, при этом методе можно всесторонне учесть разнообразные технические и экономические требования и создавать экономичные здания, в наибольшей степени отвечающие своему назначению в данное время и на перспективу.

Список литературы

1. Карпис Е.Е. Научный редактор инж. Т.М. Шинкарева. Центральный институт научной информации по строительству и архитектуре Госстроя СССР, 1974. – 61 с.
2. Карпис Е.Е. Энергосбережение в системах кондиционирования воздуха. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 268 с., ил. – (Экономия топлива и электроэнергии).

МОДЕЛИРОВАНИЕ СПУСКА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА В АТМОСФЕРЕ МАРСА. ПОИСК ОПТИМАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ СПУСКА

Волосатова Т.М.

доцент кафедры «Системы автоматизированного проектирования», канд. техн. наук,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана,
Россия, г. Москва

Дорофеев В.С.

студент кафедры «Системы автоматизированного проектирования»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана,
Россия, г. Москва

Рассмотрена задача моделирования спуска космического аппарата в атмосфере Марса, а также поиска оптимальной траектории спуска. Одной из основных тенденций

развития мировой космической деятельности в текущий период является активизация исследований планет ближнего космоса, в первую очередь Марса и его спутников. В Роскосмосе рассматривается возможность выполнения проектов исследования Марса и околопланетного пространства: "ЭкзоМарс" №1, 2, "Фобос-Грунт 2". Для синтеза оптимальной траектории предложен управляемый спуск с комбинированным управлением углом крена и углом атаки в процессе спуска. При решении задачи оптимизации использован стохастический метод оптимизации – генетический алгоритм. Проведен анализ сразу 2-х моделей атмосферы: Международной стандартной и специально разработанной в NASA для интерполяции атмосферы Марса – *Mars Global Reference Atmospheric Model*. Предложенная траектория обеспечивает минимум максимальной перегрузки и температуры в процессе, а также приемлемую конечную скорость. Предложен способ дальнейшего сокращения конечной скорости – системы мягкой посадки, а также промоделирована система мягкой посадки – тормозные ракетные двигатели. Широкие возможности для расширения и усложнения рассмотренной в статье математической модели спуска космического аппарата в атмосфере планеты открывают простор для дальнейших исследований.

Ключевые слова: математическая модель; спуск космического аппарата; траектория спуска; перегрузка, атмосфера Марса; баллистический спуск; планирующий спуск; управляемый спуск; угол атаки, угол крена; система мягкой посадки.

Введение

Толщина и плотность атмосферы Марса значительно меньше Земной. Однако основным способом торможения космического аппарата (КА) при спуске на поверхность планеты является торможение в атмосфере. Как показала практика, более половины всех предпринятых миссий на Марс оказались провальными. И связано это, в первую очередь, с исключительно сложными условиями спуска в разреженной атмосфере.

По характеру формирования траектории все режимы спуска можно разделить на три большие группы [1]:

1. Баллистический спуск.
2. Спуск с постоянным аэродинамическим качеством (планирующий спуск).
3. Управляемый спуск.

Управляемый спуск предполагает изменение аэродинамического качества аппарата в процессе полета. По характеру управления режимы спуска можно разделить на следующие группы [1]:

1. Управление в процессе спуска углом атаки аппарата.
2. Управление в процессе спуска углом крена.
3. Комбинированное управление.

В предлагаемой модели могут быть успешно реализованы все виды траекторий и режимов спуска.

1. Цели и задачи

Цель данной работы:

- разработать программный комплекс для моделирования спуска космического аппарата в атмосфере Марса;
- определить оптимальную траекторию спуска.

Задачи данной работы:

- изучить модель спуска космического аппарата в атмосфере Марса;
- изучить различные модели атмосферы;

- изучить различные виды траекторий спуска космического аппарата;
- разработать на основе предложенной модели программный комплекс для моделирования спуска космического аппарата;
- найти оптимальную траекторию спуска.

2. Математическая модель движения космического аппарата в атмосфере планеты

Математическая модель движения космического аппарата в атмосфере планеты представляет собой систему дифференциальных уравнений в скоростной системе координат [1,2]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dV}{dt} = -\frac{\rho \cdot V^2}{2 \cdot P_x} - \frac{\mu}{r^2} \cdot \sin\theta, \\ \frac{dH}{dt} = V \cdot \sin\theta, \\ \frac{d\theta}{dt} = \frac{\rho \cdot V \cdot K_G}{2 \cdot P_x} \cdot \cos\gamma - \frac{\mu}{r^2 \cdot V} \cdot \cos\theta + \frac{V}{r} \cdot \cos\theta, \\ \frac{d\lambda}{dt} = \frac{V \cdot \cos\theta}{r \cdot \cos\varphi}, \\ \frac{d\varphi}{dt} = \frac{V}{r} \cdot \cos\theta \cdot \sin\varepsilon, \\ \frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{\rho \cdot V \cdot K_G}{2 \cdot P_x \cdot \cos\theta} \cdot \sin\gamma - \frac{V}{r} \cdot \cos\theta \cdot \cos\varepsilon \cdot \operatorname{tg}\varphi, \\ r = R + H, \end{array} \right. \quad (1)$$

где V – скорость КА, км/с; θ – угол наклона вектора скорости к местному горизонту, градусы; ε – угол между проекцией вектора скорости на местный горизонт и местной параллелью, градусы; H – высота полета КА над поверхностью Марса, км; λ и φ – геоцентрические долгота и широта, градусы; m – масса КА, кг; R – экваториальный радиус Марса, км; ρ – плотность атмосферы, кг/м³; μ – произведение постоянной притяжения на массу Марса, км³/сек²; r – радиус-вектор в аэоцентрической экваториальной системе координат, км; P_x – приведенная нагрузка на лобовую поверхность КА, кг/м²; K_G – аэродинамическое качество; γ – угол крена, градусы; α – угол атаки, градусы.

Также одним из важнейших показателей при спуске КА является значение перегрузки:

$$n = \frac{\rho \cdot V^2}{2 \cdot P_x \cdot g_3}, \quad (3)$$

где n – перегрузка; g_3 – ускорение свободного падения на поверхности, км/сек².

При расчётах использовались зависимости аэродинамических коэффициентов от угла атаки:

$$C_x = C_{x0} + A(M) \cdot C_y^a, \quad C_y = C_y^a \cdot A(M) \cdot a, \quad (4)$$

где C_x и C_y – аэродинамические коэффициенты лобового сопротивления и подъемной силы; S – площадь миделева сечения КА, м²; A – безразмерный коэффициент, характеризующий аэродинамические параметры КА; M – число маха.

Для форм аппаратов типа «несущий корпус» аэродинамические характеристики могут быть аппроксимированы следующими аналитическими зависимостями [2]:

$$C_x(\alpha) = 0.2 + 2.3 \cdot \sin^2(1.125^\circ \cdot \alpha + 5.625^\circ), \quad (5)$$

$$C_y(\alpha) = -0.1 + 2.3 \sin(1.125^\circ \cdot \alpha + 5.625^\circ) \cos(1.125^\circ \cdot \alpha + 5.625^\circ). \quad (6)$$

Таким образом, получаем:

$$P_x = \frac{m}{C_x \cdot S}, \quad (7)$$

$$K_6 = \frac{C_y}{C_x}. \quad (8)$$

Так же существует возможность задания произвольных значений приведенной нагрузки на лобовую поверхность и аэродинамическое качество для моделирования произвольного типа КА.

3. Модель атмосферы Марса

Единая для всех государств международная стандартная атмосфера (МСА). Плотность атмосферы Марса на произвольной высоте можно вычислить как [2]:

$$\rho = \rho_0 \cdot \exp[-\beta \cdot H], \quad (9)$$

где ρ – плотность атмосферы, кг/м³; ρ_0 – плотность атмосферы на поверхности Марса, кг/м³; β – логарифмический коэффициент изменения плотности атмосферы от высоты для Марса, км⁻¹; H – высота полета КА над поверхностью Марса, км.

В качестве альтернативы предложено воспользоваться моделью, специально разработанной в NASA для интерполяции атмосферы Марса: *Mars Global Reference Atmospheric Model (Mars-GRAM)* [5].

Атмосфера разбивается на слои, причем значения всех параметров на границах слоев известны. В качестве значений для интерполяции были взяты данные, полученные КА «Curiosity» при посадке на поверхность Марса в 2012 году.

Интерполяция параметров атмосферы на желаемой высоте в км (z) выполняется путем интерполяции между двумя высотами (z_1 и z_2) по формулам:

$$H = \frac{(z_2 - z_1)}{\ln\left[\frac{p(z_1)}{p(z_2)}\right]}, \quad (10)$$

$$p(z) = p(z_1) \cdot \exp\left[\frac{z_1 - z}{H}\right], \quad (11)$$

$$R(z_1) = \frac{p(z_1)}{[p(z_1) \cdot T(z_1)]}, \quad (12)$$

$$R(z_2) = \frac{p(z_2)}{[p(z_2) \cdot T(z_2)]}, \quad (13)$$

$$R(z) = R(z_1) + \frac{z - z_1}{z_2 - z_1} \cdot \frac{R(z_2) - R(z_1)}{1}, \quad (14)$$

$$T(z) = T(z_1) + \frac{z - z_1}{z_2 - z_1} \cdot \frac{T(z_2) - T(z_1)}{1}, \quad (15)$$

$$\rho(z) = \frac{p(z)}{[R(z) \cdot T(z)]}, \quad (16)$$

где z – текущая высота КА, км; z_1, z_2 – высоты, параметры атмосферы на которых известны, км; H – первая расчетная высота шкалы давления, км; $p(z)$ – давление на высоте z , н/м²; $R(z)$ – универсальная газовая постоянная на высоте z ; $T(z)$ – температура на высоте z , К; $\rho(z)$ – плотность атмосферы на высоте z , кг/м³.

В качестве системы мягкой посадки авторами предложено использование тормозных реактивных двигателей – реактивной системы мягкой посадки (СМП). Масса реактивной СМП определяется совокупностью масс топлива, двигателей, оборудования и топливных баков. При включении СМП происходит интенсивное сжигание топлива, а как следствие – изменение массы КА. Таким образом к математической модели КА добавляется дифференциальное уравнение, характеризующее изменение массы КА [2]:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{-P}{P_{уд} \cdot g}, \quad (17)$$

где P – величина тяги тормозного реактивного двигателя; $P_{уд}$ – величина удельного импульса ракетного топлива, н/м²; g – ускорение свободного падения на поверхности Марса, км/сек².

Считается, что двигатель жестко связан с корпусом КА и направление тяги совпадает с направлением, обратным его продольной оси. Также включение реактивных двигателей влияет на изменение скорости и траекторного угла КА, что вносит дополнительное слагаемое в дифференциальные уравнения:

$$\frac{dV}{dt} = -\frac{\rho \cdot V^2}{2 \cdot P_x} - \frac{\mu}{r^2} \cdot \sin\theta + \frac{P}{m} \cdot \cos A, \quad (18)$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{\rho \cdot V \cdot K_{\theta}}{2 \cdot P_x} \cdot \cos\gamma - \frac{\mu}{r^2 \cdot V} \cdot \cos\theta + \frac{V}{r} \cdot \cos\theta + \frac{P}{m} \cdot \sin A, \quad (19)$$

где A – угол тангажа, градусы.

Температура КА рассчитывается по методике, предложенной в работе [6]:

$$T = \sqrt[4]{\frac{q_{\text{конв}} + q_{\text{рад}}}{\sigma \varepsilon}}, \quad (20)$$

$$q_{\text{конв}} = \frac{A_k}{\sqrt{R_k}} \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^n \left(\frac{V}{V_1}\right)^m, \quad (21)$$

$$q_{\text{рад}} = A_p \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^2 \left(\frac{V}{10^4}\right)^{14} R_k, \quad (22)$$

где $q_{\text{конв}}$ – конвективный тепловой поток; $q_{\text{рад}}$ – радиационный тепловой поток; σ – постоянная Стефана-Больцмана; ε – коэффициент, характеризующий излучательную способность материала теплозащитного; R_k – радиус кривизны поверхности КА в соответствующей критической точке; V_1 – значение первой космической скорости на поверхности планеты; A_k , A_p , n , m – некоторые постоянные, зависящие от характеристик теплового воздействия в пограничном слое и от кинетических свойств газа.

Решение указанной выше системы нелинейных дифференциальных уравнений, может быть получено методом численного интегрирования [4]. Численное интегрирование методом Адамса-Башфорта четвертого порядка обеспечивает достаточную точность полученных результатов.

4. Комбинированный способ управления космическим аппаратом и постановка задачи оптимизации

В данной работе предложен оригинальный способ управления КА: комбинирование баллистического и планирующего спусков при помощи комбинированного управления углом крена и углом атаки.

Обозначим точки, в которых должно произойти управление, как

$$p_i = \{T, \alpha, \gamma, \theta\}, i \in 0, \dots, 3; \quad (23)$$

где T – момент времени, в который должно произойти управление; α – угол атаки; γ – угол крена; θ – траекторный угол (управляемый параметр только для точки входа).

В рамках рассматриваемой модели необходимо найти такие контрольные точки [3], при которых обеспечивается минимальная конечная скорость и перегрузка:

$$V_{\text{конечная}} \rightarrow \min, \max(n) \rightarrow \min. \quad (24)$$

В основе оптимизируемой траектории лежит гипотеза, что она должна иметь 4 контрольные точки:

1. Точка входа с некоторым небольшим траекторным углом и небольшим углом атаки.
2. Точка изменения угла атаки.
3. Точка переворота (угол крена 180°).
4. Точка обратного переворота (угол крена 0°).

Для поиска оптимального траекторного угла и угла атаки КА в точке входа, а также контрольных точек (моментов времени), в которых КА должно произойти управление углом крена и углом атаки для обеспечения минимальной конечной скорости и перегрузки, в виду невозможности получения априорной информации об оптимизируемой траектории, а также многокритериальности задачи, для ее решения авторами был предложен эвристический метод оптимизации, а именно, /генетический алгоритм.

Перечислим основные достоинства генетического алгоритма:

- Простота реализации.
- Поиск "достаточно хорошего" решения задачи за "достаточно короткое время".
- Значительное преимущество перед методом полного перебора вариантов.
- Работает заведомо не хуже абсолютно случайного поиска.

Постановка задачи: для функции приспособленности $W(x)$ в пространстве поиска X пребуется найти $x^* = \operatorname{argmin}_{x \in X} W(x)$.

Обозначим в терминах генетического алгоритма:

- особь – пробное решение $p_i^k \in X$ (траектория спуска КА);
- популяция – совокупность особей одного поколения;
- ген – компонент вектора x пространства поиска X (начальный траекторный угол и угол атаки КА, момент времени изменения угла крена и угол атаки каждой из трех последующих контрольных точек);
- функция приспособленности $W(x)$ – целевая функция (зависит от конечной скорости и максимальной перегрузки).

Блок-схема генетического алгоритма показана на рис. 1.



Рис. 1. Блок-схема генетического алгоритма

5. Анализ результатов моделирования

На основе предложенной модели был разработан программный комплекс, позволяющий моделировать все виды спусков, показанные выше, а также спуск с управлением в реальном времени. Программное приложение данного комплекса написано на языке высокого уровня *python 2.7*.

При моделировании использовались следующие числовые значения параметров: $R = 3395$ км, $\mu = 42\,828.48$ км³/сек², $\rho_0 = 0.019$ кг/м³, $\beta = 0.07$ км⁻¹, $H(0) = 100$ км, $V(0) = 6$ км/с, $\lambda(0) = 0^\circ$, $\Phi(0) = 0^\circ$, $\varepsilon(0) = 0^\circ$, $m = 2000$ кг, $P = 4.7153$, $P_{уд} = 400$ н/м², $g = 3.711 \cdot 10^{-3}$ км/сек², $A = 180^\circ$;

для баллистического спуска: $\theta(0) = -12.0^\circ$, $P_x = 87.0$, $K_6 = 0$;

для планирующего спуска: $\theta(0) = -12.0^\circ$, $\alpha = 60^\circ$, $\gamma = 0.0^\circ$;

для управляемого спуска: $\theta(0) = -5.0^\circ$, $\alpha(0) = 5.29^\circ$,

$t_1 = 28.93$ сек, $\alpha(t_1) = 43.11^\circ$, $\gamma(t_1) = 0.0^\circ$,

$t_2 = 30.18$ сек, $\alpha(t_2) = 65.85^\circ$, $\gamma(t_2) = 180.0^\circ$,

$t_3 = 208.38$ сек, $\alpha(t_3) = 53.5^\circ$, $\gamma(t_3) = 0.0^\circ$.

для генетического алгоритма: Количество итераций = 15, Количество траекторий = 1000, из них отбирается 500.

При решении задачи оптимального управления воспользуемся ранее предложенным генетическим алгоритмом. В результате серии экспериментов была получена оптимальная траектория управляемого спуска.

Сравнение результатов моделирования баллистического, планирующего и управляемого спусков для международной стандартной атмосферы и для *Mars Global Reference Atmospheric Model* приведены в табл. 1 и табл. 2 соответственно.

Таблица 1

Сравнения результатов моделирования для МСА

	Конечная скорость [км/с]	Максимальная перегрузка	Максимальная температура [к]
Баллистический спуск	0.209	8.150	632.605
Планирующий спуск	0.185	4.747	624.476
Управляемый спуск	0.180	1.287	582.414

Таблица 2

Сравнения результатов моделирования для Mars-GRAM

	Конечная скорость [км/с]	Максимальная перегрузка	Максимальная температура [к]
Баллистический спуск	0.221	13.491	653.974
Планирующий спуск	0.192	7.191	642.858
Управляемый спуск	0.191	2.046	581.973

Сравнение результатов моделирования в различных моделях атмосферы Марса приведены на рис.2 – рис. 4.

В ходе моделирования было выяснено, что попытка дальнейшего сокращения конечной скорости при предложенном комбинированном управлении КА приводит к возрастанию перегрузки примерно в 3 раза за каждые 10 м/с снижения конечной скорости. Таким образом, при найденной оптимальной траектории достигается минимальная перегрузка при приемлемой конечной скорости.

Сравнения результатов моделирования – попытки дальнейшего сокращения конечной скорости для МСА

	Конечная скорость [км/с]	Максимальная перегрузка
Управляемый спуск	0.180	1.287
Управляемый спуск	0.169	4.176
Управляемый спуск	0.161	10.479

Для дальнейшего сокращения конечной скорости автором предложено воспользоваться одной из систем мягкой посадки (СМП) – тормозными реактивными двигателями. Включение СМП при моделировании происходило на высоте 5 км, при этом было использовано 144 кг ракетного топлива.

Сравнения результатов моделирования – применение системы мягкой посадки для МСА

	Конечная скорость [км/с]	Максимальная перегрузка
Без системы мягкой посадки	0.180	1.287
С тормозными реактивными двигателями	0.123	1.287

Результаты моделирования найденной оптимальной траектории с применением СМП – тормозных реактивных двигателей показаны на рис. 5.

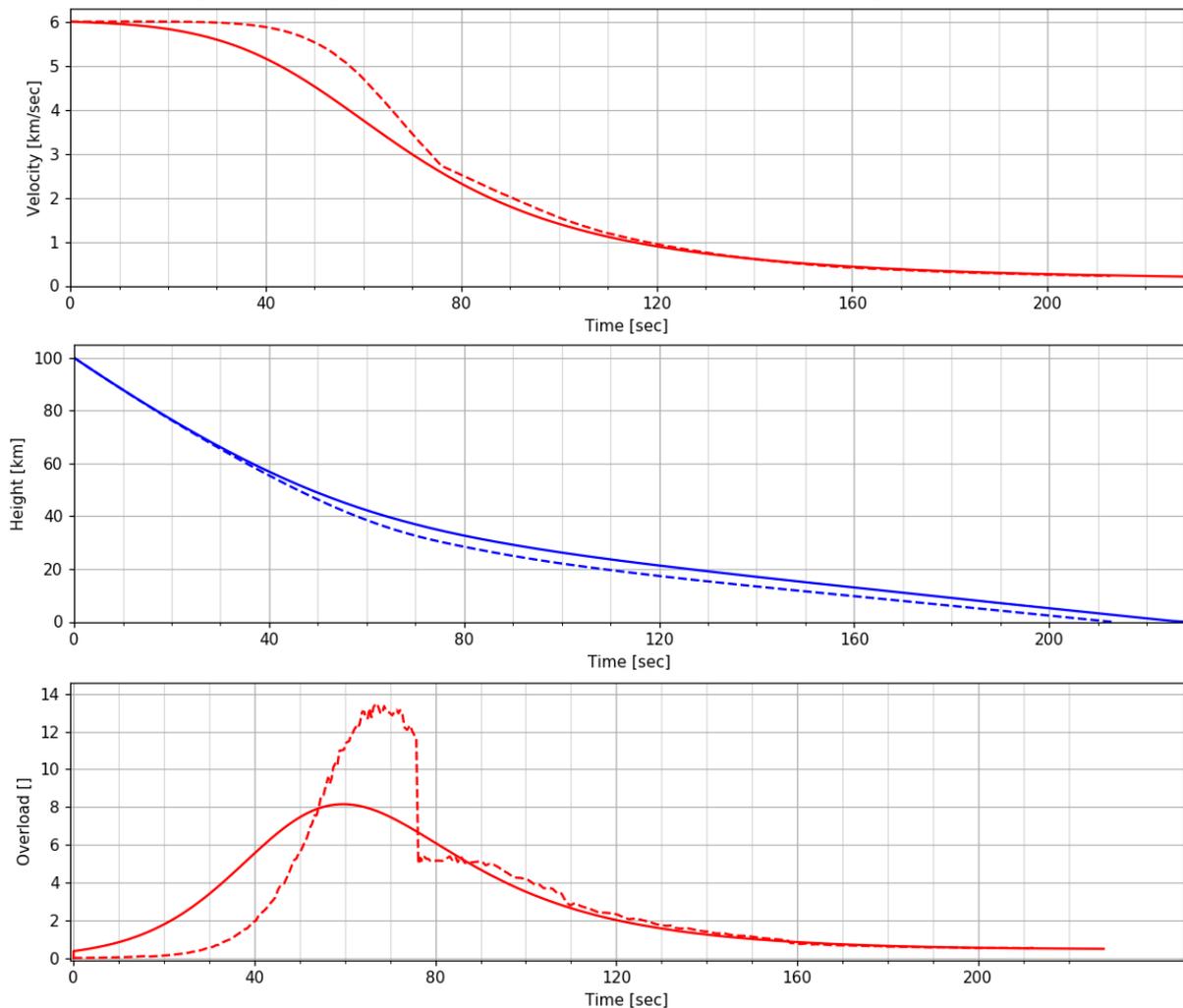


Рис. 2. Сравнение графиков скорости, высоты и перегрузки при баллистическом спуске в различных моделях атмосферы: сплошная – МСА, пунктирная – Mars-GRAM

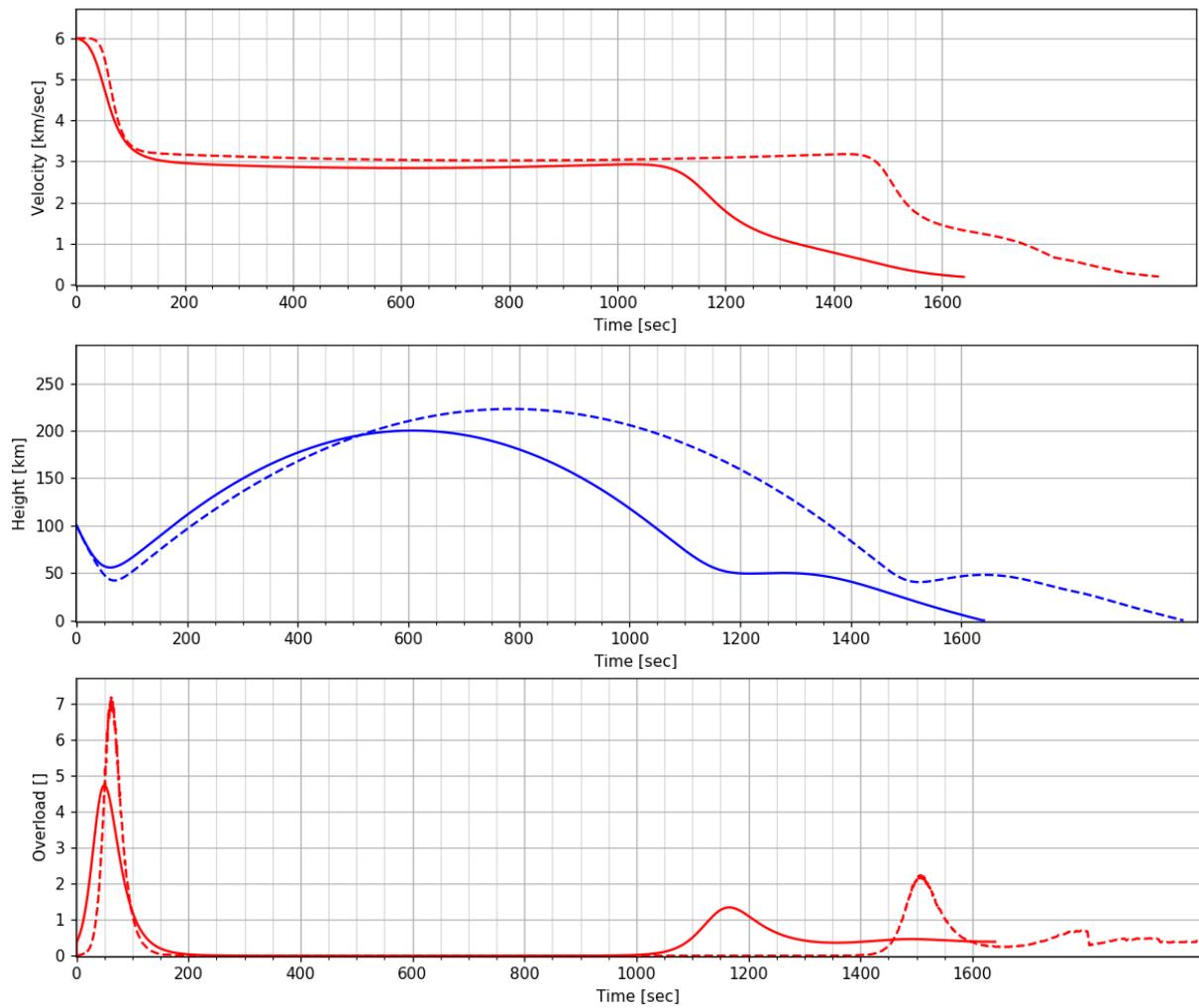
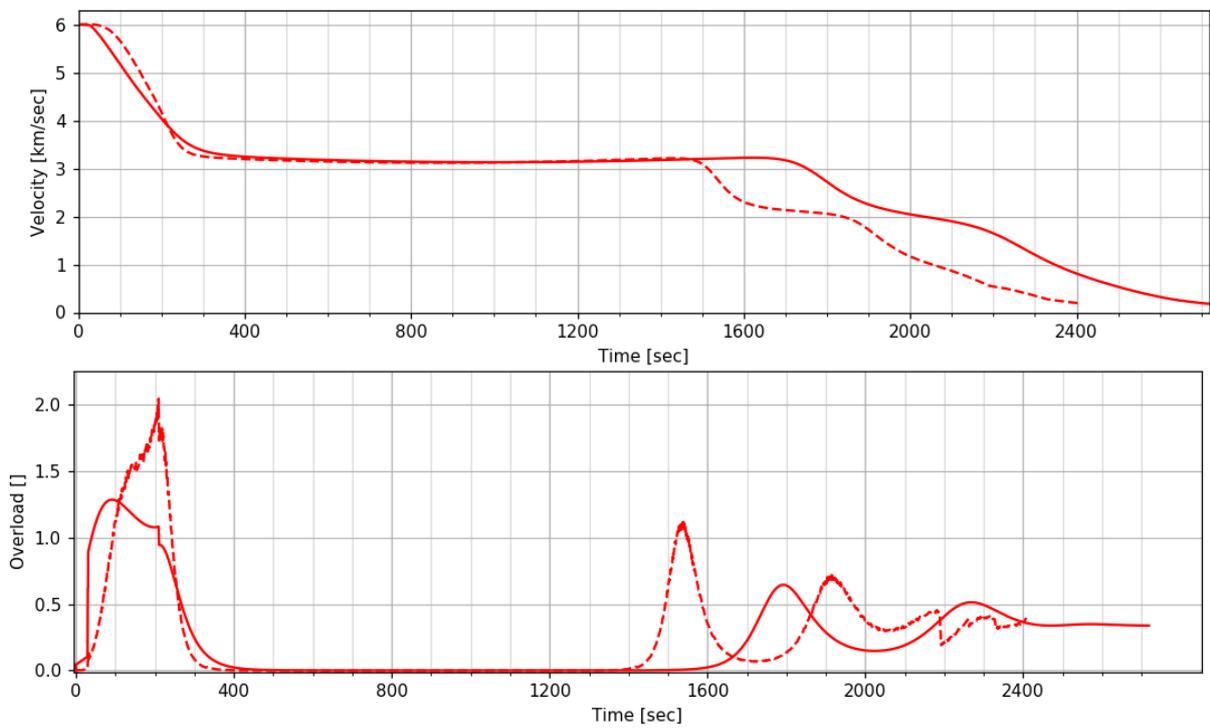


Рис. 3. Сравнение графиков скорости, высоты и перегрузки при планирующем спуске в различных моделях атмосферы: сплошная – MCA, пунктирная – Mars-GRAM



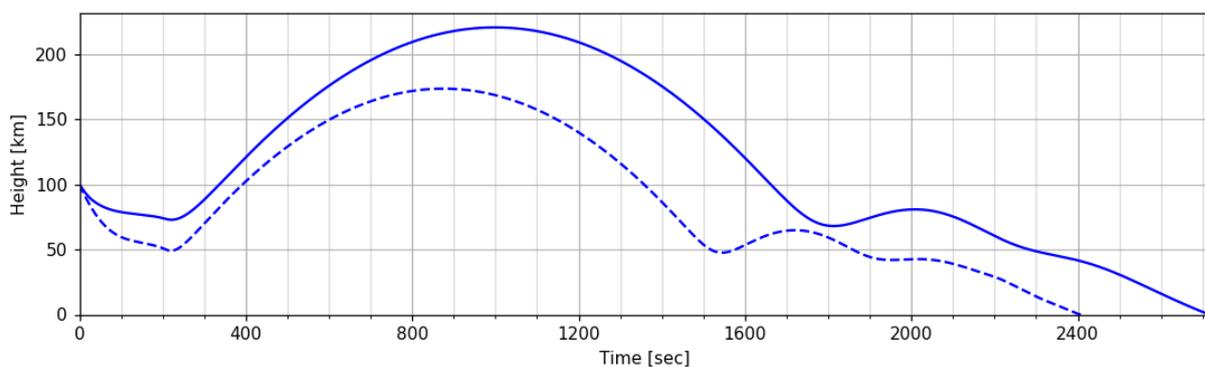


Рис. 4. Сравнение графиков скорости, высоты и перегрузки при управляемом спуске в различных моделях атмосферы: сплошная – МСА, пунктирная – *Mars-GRAM*

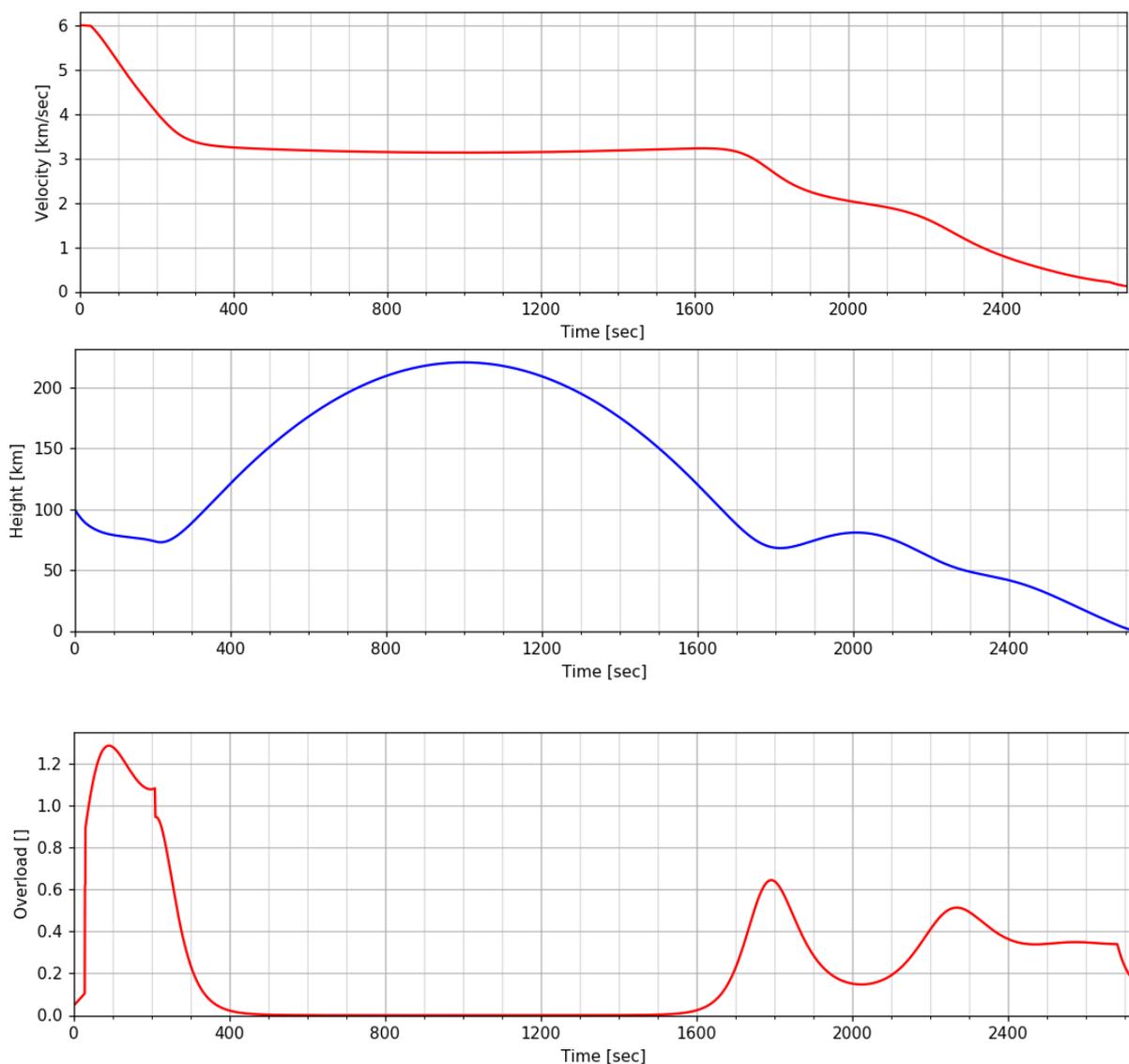


Рис. 5. Графики скорости, высоты и перегрузки при управляемом спуске с использованием СМП

Заключение

В результате серии экспериментов была получена оптимальная траектория спуска КА в атмосфере Марса при заданной конфигурации. Моделирование как с использованием МСА, так и с использованием *Mars-GRAM* показало, что предложенный комбинированный метод управления дает существенный выигрыш по ряду ключевых параметров при спуске КА в атмосфере Марса.

Применение системы мягкой посадки обеспечивает дальнейшее сокращение конечной скорости при спуске КА, а низкие значения максимальной перегрузки позволяют применять данный вид управления на пилотируемых КА, т.к. полученные при моделировании значения не несут угрозы жизни и здоровью экипажа.

Широкие возможности для расширения и усложнения математической модели открывают простор для дальнейших исследований.

Список литературы

1. Шалыгин А.С., Санников В.А., Петрова И.Л. Баллистика и динамика космических аппаратов. Учебное пособие. – СПб.: Балтийский государственный технический университет «Военмех», 2005. – 339 с.
2. Иванов Н.М., Мартынов А.И. Управление движением космического аппарата в Атмосфере Марса. – М.: Наука. – Главная редакция физико-математической литературы издательства, 1977. – 416 с.
3. Соколов Н.Л., Орлов Д.А. Оптимальное проектирование КА при спуске в атмосфере Марса //Лесной вестник. 2016. № 2. С. 205-213.
4. Авдучевский В.С., Антонов Б.М., Анфимов Н.А. Основы теории полета космических аппаратов. М.: Машиностроение. 1972 – 345 с.
5. N.L. Justh Mars Global Reference Atmospheric Model 2010 Version: Users Guide. Marshall Space Flight Center, Huntsville, Alabama. NASA/TM–2014–217499. – 96 p.
6. Иванов Н.М., Соколов Н.Л., Осокина О.А. Об эффективности использования двухпараметрического управления углами атаки и крена при спуске КА в атмосфере Земли. Центральный научно-исследовательский институт машиностроения г. Королев. Поступила в редакцию 14.04.1997. Космические исследования, 1998, том 36, №5. – С. 528-534.

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА УДАЛЕНИЯ ДРЕЙФА ИЗОЛИНИИ ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КУБИЧЕСКИХ СПЛАЙНОВ

Волосатова Т.М.

доцент кафедры «Системы автоматизированного проектирования», канд. техн. наук,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана,
Россия, г. Москва

Малышев А.П.

студент кафедры «Системы автоматизированного проектирования»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана,
Россия, г. Москва

В условиях растущей смертности от сердечно-сосудистых заболеваний вопросы своевременной и точной диагностики становятся все более актуальными. Статья посвящена вопросам улучшения качества выходного сигнала ЭКГ. В работе изучены основные методы фильтрации входного сигнала, а также способы обнаружения характерных точек на длительных записях ЭКГ. Проведено исследование выбора характерных точек для построения кубического сплайна, которое позволяет увеличить точность постановки диагноза и сократить время обработки электрокардиограмм.

Ключевые слова: электрокардиограмма, сердце, фильтрация, сигнал, кубический сплайн, изоэлектрическая линия, кардиология.

Введение

Рост возможностей компьютерной техники в настоящее время позволил интегрировать ее в абсолютное большинство областей практической и научной деятельности. Этот процесс получил отражение и в сфере медицинского оборудования. В условиях растущей смертности от сердечно-сосудистых заболеваний вопросы своевременной и точной диагностики становятся все более актуальными. Наиболее часто применяемым способом проведения диагностики сердечной мышцы является электрокардиография. Использование ЭВМ для анализа кардиограмм значительно уменьшает период времени, необходимый врачу для диагностирования, а также существенно увеличивает возможности медперсонала.

Современные способы анализа электрокардиограмм отличаются большим многообразием, обусловленным не только различием разрешаемых задач, но и специфичностью параметров исследуемого кардиосигнала. Важнейший этап анализа электрокардиосигналов – это распознавание важнейших ее частей: QRS-комплекса, обнаружение характерных точек: вершин зубцов S, R, Q, границ RR-интервала и зубцов P, T (рис. 1). Также важное место занимает мониторинг смещения сегмента ST относительно изоэлектрической линии, позволяющего диагностировать наличие у пациента предпосылок к тем или иным заболеваниям [4, с. 23].

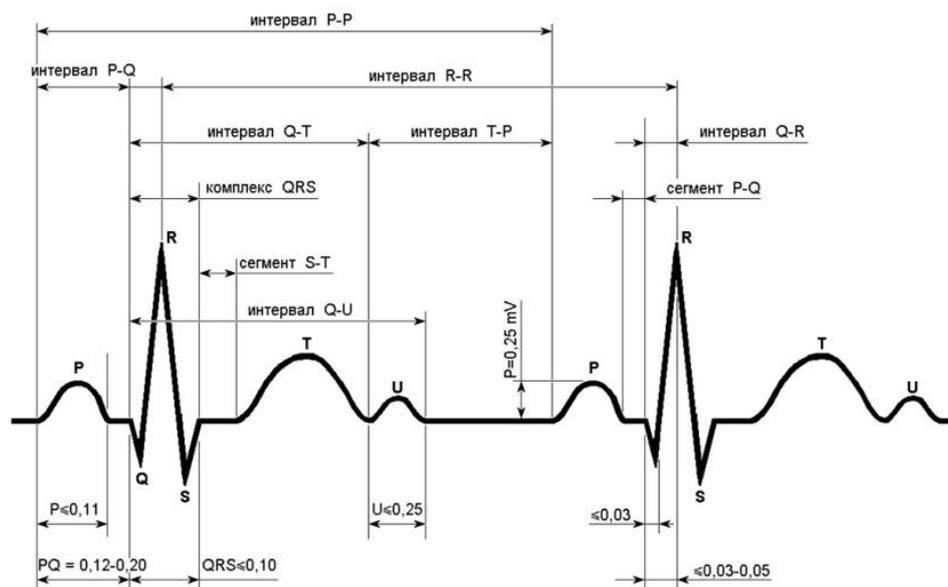


Рис. 1. Разметка ЭКГ

Отсутствие электрических возмущений позволяет увеличить соотношение сигнал-шум, но создать такие условия невозможно вследствие недостижимости состояния покоя. Можно лишь свести к минимуму их негативное воздействие.

Помехи могут быть увеличены усилительной системой устройства для съема ЭКГ, причем линейная фильтрация не может устранить такие помехи. А они, в свою очередь, приводят к неверной постановке диагноза пациенту. Возникающие помехи могут быть вызваны многими факторами: работой электроприборов в непосредственной близости (рис. 2а), плохим контактом электрода с кожей (рис. 2б), усталостью мышц или потением (рис. 2в). Они различны по интенсивности и спектральному составу [5, с. 7]. После фильтрации в составе электрокардиосигнала остаются в виде помехи сигнал дрейфа изолинии, так как его спектр находится в полосе частот, занимаемой полезным сигналом.



Рис. 2. Помехи на ЭКГ [5, с. 105]

Устранение дрейфа изолинии – непростая задача, линейная фильтрация неминуемо приводит к искажению и ослаблению полезного сигнала.

Работа посвящена исследованию основных аспектов электрокардиографии, изучению методов выделения характерных точек на кардиосигнале, а также разработке программного комплекса для удаления дрейфа изолинии.

1. Цели и задачи

Цель работы формулируется следующим образом: требуется разработать алгоритм и программную реализацию удаления дрейфа изолинии. В процессе работы поставлены следующие задачи:

- Провести анализ основных принципов съема ЭКГ и разметки кардиоциклов.
- Создать вычислительные методики фильтрации исходных данных, обнаружения характерных точек и кубической интерполяции результатов обработки.



- Разработать алгоритм удаления дрейфа изолинии.
- Исследовать влияние выбора характерной точки на качество результирующего сигнала.

2. Принцип работы программной части комплекса

Для удаления дрейфа разработан следующий алгоритм (рис. 3). Сигнал, полученный из базы данных, фильтруется, затем на “очищенном” от помех сигнале находятся R-пики, позволяющие на дальнейшем этапе определить местоположение других характерных точек (точек, характеризующих полезную составляющую сигнала). По найденным точкам строится кусочно-полиномиальная интерполяция, моделирующая дрейф изолинии, поэтому при вычитании из исходного сигнала интерполяционной функции будет получен сигнал без помехи, вызванной плохим контактом электрода с кожей.

3. Описание шагов алгоритма

На первом этапе производится выборка сигнала из базы данных MIT DB. Запись состоит из трёх файлов: заголовочный файл, файл данных и файл аннотации.

Для доступа и отображения кардиосигнала используется функция библиотеки WFDB `rdscamp`, которая считывает файлы сигналов для указанной записи и сохраняет образцы в виде десятичных чисел на стандартный вывод. Также функция позволяет вывести

Рис. 3. Общий алгоритм удаления дрейфа

сигнал в виде графика, при этом есть возможность выбрать отображаемые отведения и длительность отображаемой записи (рис. 4).

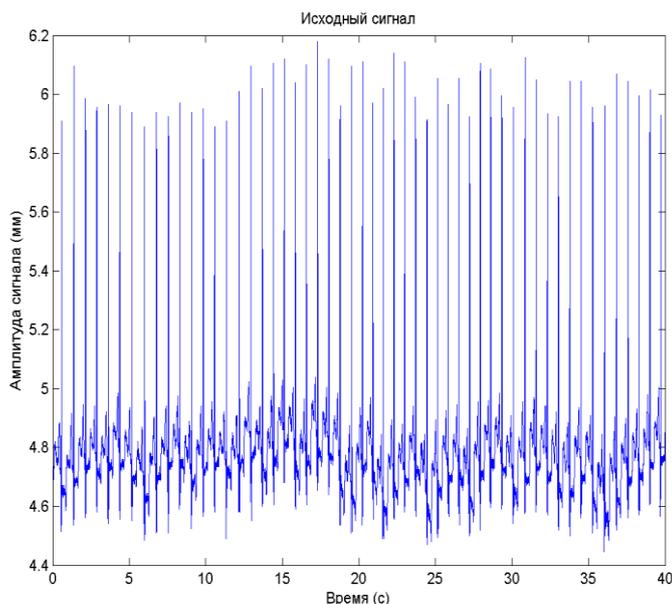


Рис. 4. Исходный сигнал

Видно, что сигнал далёк от идеальной формы, присутствуют шумы и дрейф, которые искажают информацию об амплитудах QRS-комплексов, а это неправильно приведет к неправильной постановке диагноза.

Приём сигнала на фоне шума описывается в виде процедуры фильтрации сигнала посредством фильтра, при этом ставится задача максимально ослабить шумы и помехи, и минимально исказить принимаемый сигнал. На рисунке 5 проиллюстрировано действие фильтра Батерворта верхних и нижних частот, причем можно заметить, что фильтр верхних частот сильно искажает сигнал и приводит к искаженным значениям амплитуд, а фильтр нижних частот, в свою очередь, позволяет избавиться сигнал от сетевой помехи, не искажая полезной составляющей сигнала [3, с. 45].

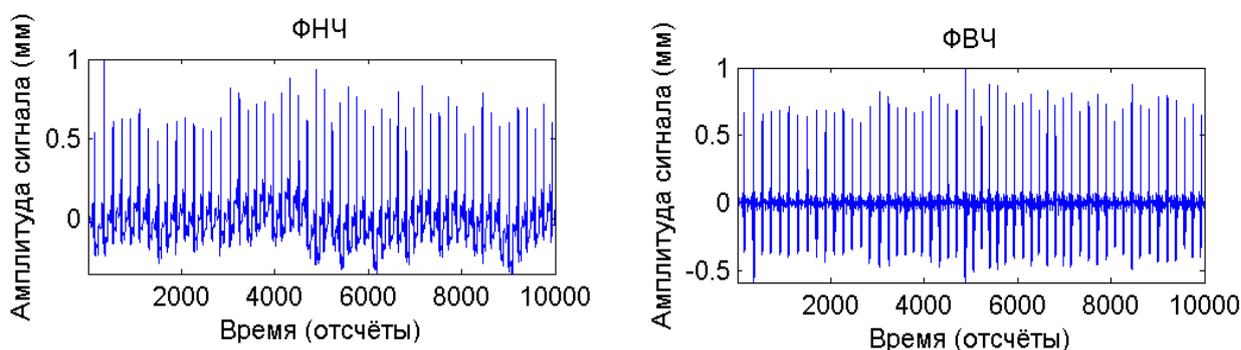


Рис. 5. Отфильтрованные сигналы

R-пики являются главным источником информации о кардиосигнале, поэтому важнейшей задачей становится их нахождение. Алгоритм Пана-Томпкинса – это один из способов обнаружения волн ЭКГ. Алгоритм обнаружения QRS, введенный Паном и Томпкинсом наиболее широко используется для извлечения QRS комплексов из электрокардиограммы. Методология алгоритма состоит в том, что ЭКГ

пропускают через низкочастотный и высокочастотный фильтры, чтобы удалить шум из сигнала. Затем берется первая производная входного сигнала, и выполняется ограничение максимального значения производной. После усреднения окном обеспечиваются хорошие условия детектирования [2, с. 93]. При детектировании происходит подстройка уровня детектирования между уровнем шума и полезного сигнала, а также используется зона нечувствительности в 15 мс после обнаружения R-зубца (рис. 6).

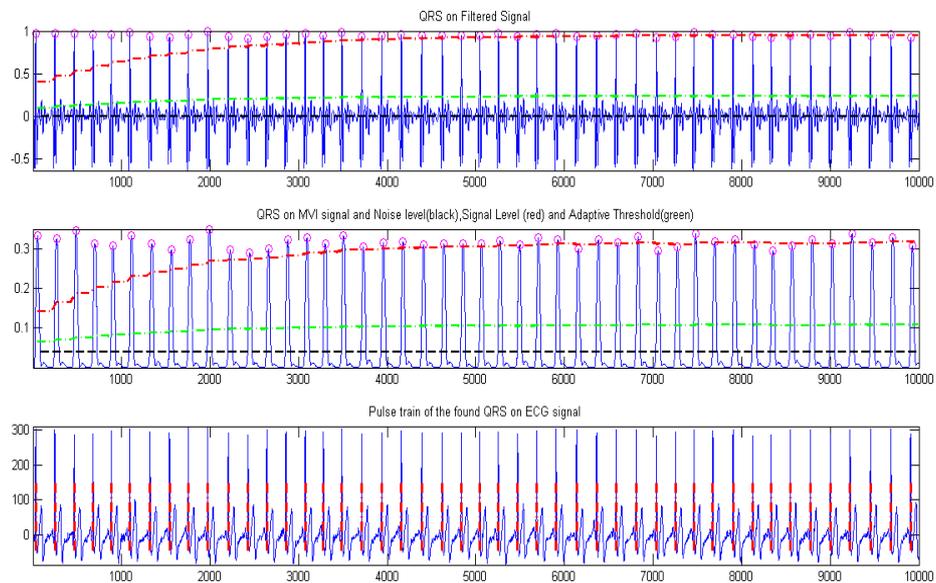


Рис. 6. Работа алгоритма Пана-Томпкинса

Когда известны положения R-пиков, опираясь на информацию о разметке кардиосигналов, можно найти координаты характерных точек. Для этого рассматривается доверительный интервал, в пределах которого ожидается нахождение характерной точки, далее находится глобальный минимум (максимум) на интервале, затем отсекаются варианты, не соответствующие нормальным значениям амплитуды для каждой характерной точки (рис. 7).

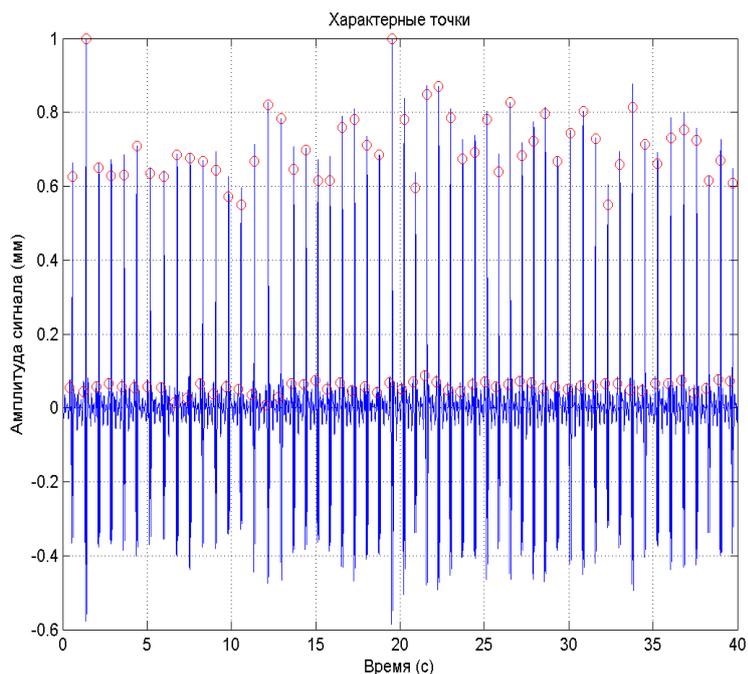


Рис. 7. Характерные точки вершин р и R-пиков ЭКС

Кубический сплайн, построенный по характерным точкам позволяет интерполировать линию дрейфа изолинии. Линейно-кусочная интерполяция не даёт нужной точности, а кубический сплайн обеспечивает требуемую гладкость [1, с. 33]. Но необходимо помнить, что использование сплайнов более высоких порядков замедляет процесс вычисления. Для получения кубической интерполяции кардиосигнала в Matlab была использована функция `spline`, которая возвращает вектор интерполированных значений. Так, например, при построении кубического сплайна на основе характерных точек конца р-интервала получена следующая интерполяция (рис. 8).

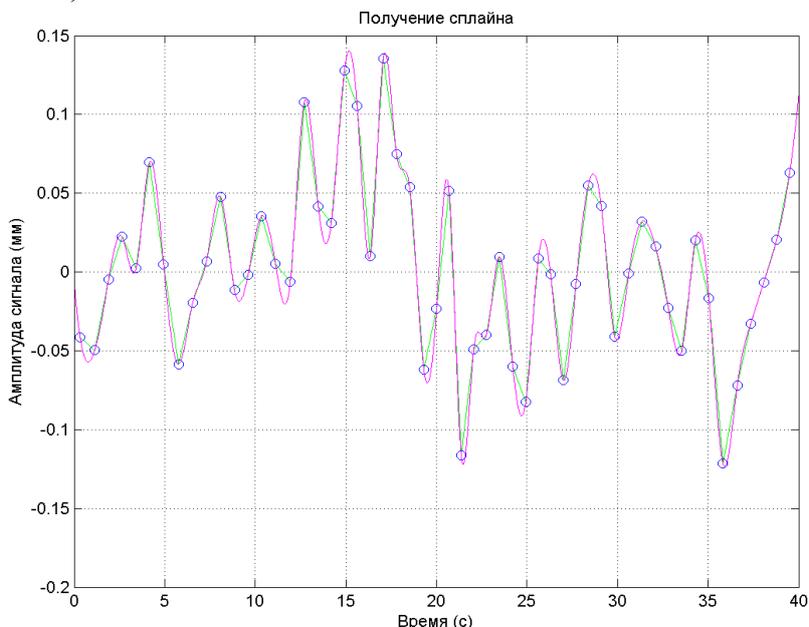


Рис. 8. Интерполяция кубическими сплайнами

Финальный этап программы заключается в вычитании кубического сплайна из исходного сигнала, это позволит избавиться сигнал от дрейфа изолинии (рис. 9).

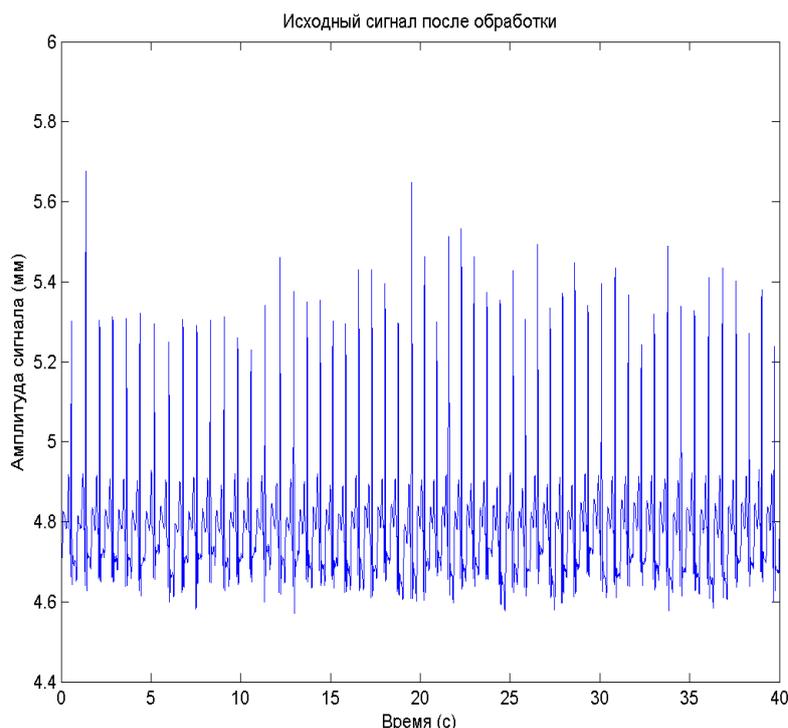


Рис. 9. Сигнал без дрейфа

4. Исследование точности диагностирования заболевания в зависимости от выбора характерных точек

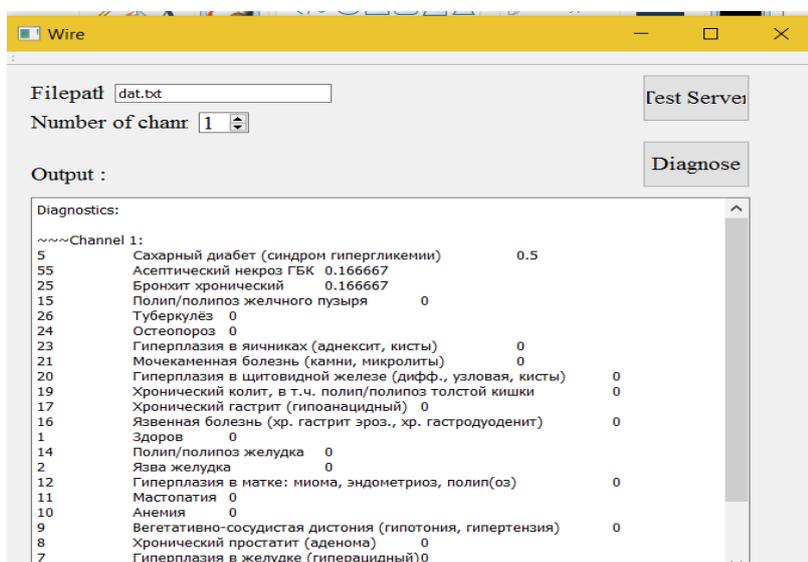
Программный модуль wire.exe в качестве входных данных использует файл с загруженными в него амплитудами R-пиков и величинами RR- интервалов (рис. 10).



File	Edit	Format	View	...
233				
1154	276	257	249	
1146	294	322	220	
1157	764	271	257	
1149	240	239	322	
1148	258	274	271	
1146	309	246	239	
1144	277	299	274	
1149	382	305	246	
1140	367	166	299	
1145	274	238	238	
1144	299	249	249	
1134	259	270	270	

Рис. 10. Пример входного файла

Результатом работы программного модуля является выходной файл (рис. 11) со списком прогнозируемых заболеваний, он включает в себя код заболевания, наименование и данные об активности заболевания.



Code	Disease Name	Value
5	Сахарный диабет (синдром гипергликемии)	0.5
55	Асептический некроз ГБК	0.166667
25	Бронхит хронический	0.166667
15	Полип/полипоз желчного пузыря	0
26	Туберкулез	0
24	Остеопороз	0
23	Гиперплазия в яичниках (аднексит, кисты)	0
21	Мочекаменная болезнь (камни, микролиты)	0
20	Гиперплазия в щитовидной железе (дифф., узловая, кисты)	0
19	Хронический колит, в т.ч. полип/полипоз толстой кишки	0
17	Хронический гастрит (гипоацидный)	0
16	Язвенная болезнь (хр. гастрит эроз., хр. гастродуоденит)	0
1	Здоров	0
14	Полип/полипоз желудка	0
2	Язва желудка	0
12	Гиперплазия в матке: миома, эндометриоз, полип(оз)	0
11	Мастопатия	0
10	Анемия	0
9	Вегетативно-сосудистая дистония (гипотония, гипертензия)	0
8	Хронический простатит (аденома)	0
7	Гиперплазия в желудке (гиперацидный)	0

Рис. 11. Пример выходного файла

С помощью программного модуля производится прогноз на основе большого числа кардиограмм с установленным диагнозом. При проведении исследований проанализировано влияние удаления дрейфа на точность постановки диагноза на основе данных об активности заболеваний.

Точность диагностирования заболевания в зависимости от выбора характерных точек

Код	Наименование заболевания	Исходный ЭКС	ЭКС после фильтрации	R-пики	Вершины r-пика	Вершины r и t-пиков	Конец t-пика	Середина RR-интервала	Середина rt-интервала
4	Ишемическая болезнь	0.55	0.57	0.33	0.43	0.48	0.55	0.61	0.70
26	Туберкулёз	0.58	0.505	0.47	0.614	0.55	0.495	0.593	0.523
5	Сахарный диабет	0.416	0.35	-	0.403	0.51	0.504	0.455	0.423
24	Остеопороз	0.375	0.35	-	0.108	0.411	0.23	0.25	0.234
25	Бронхит	0.166	0.24	0.28	0.221	0.254	-	-	-
7	Гиперплазия в желудке	0.1428	0.1	0.29	-	0.109	0.12	0.09	0.12

По результатам эксперимента (таблица) выявлено, что наилучшего качества ЭКС удаётся добиться при использовании в качестве точек для корректирующего сплайна середин RR-интервалов и середин rt-интервалов. Именно, они позволили добиться наивысших значений активности заболевания с кодом 4 (сигнал взят из базы данных больных ишемической болезнью). Обратный результат дал кубический сплайн на основе R-пигов, который диагностирует ишемическую болезнь как заболевание не в активной фазе. Также видно, что фильтрация сигналов позволяет улучшить результат, но не так существенно, как удаление дрейфа изолинии с использованием сплайнов.

Заключение

Исключение влияния дрейфа изоэлектрической линии является одной из первоочередных задач современной функциональной диагностики в области кардиологии с чисто практической точки зрения, так как указанный дефект ЭКГ может оказать существенное влияние на эпикриз, и как следствие стать причиной пропуска фатальных отклонений работы сердечной мышцы.

В рамках данной работы был проведен комплексный анализ предметной области. Результатом проведенного исследования стала разработка программного комплекса, осуществляющего удаление дрейфа изоэлектрической линии с использованием кубических сплайнов. Основываясь на возможностях программного обеспечения, было произведено исследование точности определения амплитуд, результаты которого позволили установить какие характерные точки QRS-комплекса нужно выбрать, чтобы добиться наиболее точных результатов.

Основные проблемы, возникшие и решенные при реализации программного комплекса, таковы:

- Необходимость преждевременной классификации записей ЭКГ, имеющих нетипичные характеристики (перевернутый r-пик или его отсутствие).
- Отслеживание неправильно найденных характерных точек.

Внедрение полученного алгоритма на практике позволит существенно повысить качество диагностики и как следствие улучшить уровень медицинского обслуживания.

Список литературы

1. Волосатова Т.М., Спасёнов А.Ю., Логунова А.О. Автоматизированная система анализа и интерпретации электрокардиосигнала [Электронный ресурс] // Радиооптика. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016.
2. Дроздов Д.В. Влияние фильтрации на диагностические свойства биосигналов // Функциональная диагностика. – 2011. С. 75-78.
3. Дубровин В.И., Твердохлеб Ю.В., Харченко В.В. Автоматизированная система анализа и интерпретации ЭКГ // Радиоэлектроника, информатика, управление. – 2014. С. 150-157.
4. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб: БХВ-Петербург, 2008. 753 с.
5. Bauer A., Kantelhardt J., Barthel P., Schneider R. Deceleration capacity of heart rate as a predictor of mortality after myocardial infarction: cohort study // Lancet. – 2006. P. 1674-1681.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИНКАПСУЛИРОВАНИЯ АНТИОКСИДАНТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ПРОДУКТОВ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Горбунова Н.В.

аспирант кафедры технологии продуктов,
Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова,
Россия, г. Саратов

Евтеев А.В.

ведущий специалист Учебно-научно-испытательной
лаборатории по определению качества пищевой и с.-х. продукции,
Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова,
Россия, г. Саратов

Банникова А.В.

доцент кафедры технологии продуктов, к.т.н.,
Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова,
Россия, г. Саратов

В статье рассматриваются актуальные вопросы, связанные с изучением поведения растительного экстракта в инкапсулированном виде в условиях ферментативного гидролиза. В результате научного исследования было доказано, что инкапсуляция обеспечивает направленный транспорт эссенциальных компонентов.

Ключевые слова: ферментативный гидролиз, инкапсулирование, антиоксиданты, окислительный стресс, направленный транспорт.

Развитие цивилизации, ежедневные стрессы оказывает губительное влияние на здоровье людей, вызывая нарушение обмена веществ между клетками организма, накоплению вредных веществ, одним из таких веществ являются «свободные радикалы». Они могут стать причиной развития многих заболеваний, в том числе и психоэмоциональных. В клеточной структуре важно сохранять определенную среду, которая поддерживается при помощи ферментов. В итоге клетки получают необходи-

мую энергию для обмена, однако при различных нарушениях происходит накопление токсичных компонентов, которыми и могут быть свободные радикалы [3].

Негативное воздействие данных веществ может заключаться в повреждении сердечно-сосудистой, циркуляционной, нервной систем, иммунитета и желудочно-кишечного тракта, что, в свою очередь, является причиной развития таких хронических заболеваний, как атеросклероз, болезнь Альцгеймера, ускоренное старение организма. Борьба со свободными радикалами возможно, включив в ежедневный рацион продукты, богатые биофлавоноидами, антиоксидантами, полифенолами. Данные группы веществ связывают свободные радикалы, препятствуя их дальнейшему образованию и распространению, а также пагубному воздействию на клетки. Следует отметить, что антиоксиданты способствуют нормализации и восстановлению работы нервной системы, органов слуха и зрения, улучшению памяти [3].

Литературные данные свидетельствуют, что ускорение ритма жизни не позволяет питаться правильно и употреблять суточную норму ценных пищевых компонентов, в том числе и антиоксидантов. Таким образом, возникает необходимость в разработке продуктов питания, обогащенных антиоксидантными веществами. Однако при получении и последующем хранении данные вещества могут разрушаться, в связи, с чем возникает необходимость в направленном транспорте и защите от внешних факторов [3].

В данной работе рассмотрена возможность разработки инкапсулированных форм антиоксидантов в целях обеспечения их направленного транспорта и снижения риска воздействия внешних факторов в условиях модельного желудочно-кишечного тракта человека. В качестве антиоксидантов были использованы бетанины, полученные из продуктов комплексной переработки продукции растениеводства (ботва *Beta vulgaris* L. сорта Цилиндра). Для получения экстракта, искомым продукт растительного происхождения подвергали ультразвуковому воздействию при 35 кГц, 450 Вт 60 мин, полученный экстракт выпаривали под вакуумом при 40 °С, в качестве экстрагента использовали 70% спирт.

Были приготовлены 3 вида капсул: 1. Раствор альгината капали в раствор, содержащий хлорид кальция и полученный экстракт. 2. Раствор альгината капали в раствор хлорида кальция, затем просеивали и промывали деионизированной водой. Далее капсулы помещали в раствор экстракта и переносили в раствор хлорида кальция. 3. Раствор альгината натрия и экстракта капали в раствор хлорида кальция [1, 2].

Суммарное содержание бетацианинов в экстракте оценивали с помощью спектрофотометрии относительно экстрагента в кварцевых кюветах при $\lambda = 400\text{--}700$ нм (спектрофотометр СФ-56). Суммарное содержание бетацианинов, α_1 (мг/г), определяли (в пересчете на бетанин), используя коэффициент молярного погашения

$\epsilon = 60000$ [3] при λ_{max} по формуле:

$$\alpha_1 = \frac{A(535 \text{ нм})}{\epsilon_1(535 \text{ нм}) \cdot l} * \frac{V \cdot M \cdot 1000}{1000 \cdot m}, \text{ мг/г}$$

где: $A(535 \text{ нм})$ – оптическая плотность раствора в максимуме абсорбции бетацианинов; $\epsilon_1(535 \text{ нм})$ – коэффициент молярного погашения бетацианинов на этой длине волны; l – длина оптического пути, см; V – объём экстракта, мл, M – молярная масса бетанина, 550 г/моль, m – масса навески, г.

Количественное определение бетаксантинов, α_2 (мг/г), определяли в пересчете на вульгаксантин I с коэффициентом молярного погашения $\epsilon_1 = 48000$ [3], исполь-

зовали абсорбцию экстракта на двух длинах волн по формуле, учитывающей остаточное поглощение бетаксантинов при 469 нм:

$$\alpha_1 = \frac{A(469 \text{ нм}) - k \cdot A(535 \text{ нм})}{\epsilon_2(469 \text{ нм}) \cdot l} * \frac{V \cdot M \cdot 1000}{1000 \cdot m}, \text{ мг/г}$$

где: $A(469 \text{ нм})$ – оптическая плотность раствора в максимуме абсорбции бетаксантинов; $A(535 \text{ нм})$ – оптическая плотность раствора в максимуме абсорбции бетацианинов; $k = \epsilon_1(469 \text{ нм})/\epsilon_1(535 \text{ нм})$ – коэффициент пересчета, принятый в настоящей работе равным 0.323; $\epsilon_2(469 \text{ нм})$ – коэффициент молярного погашения бетацианинов при 469 нм; l – длина оптического пути, см; V – объем экстракта, мл, M – молярная масса вульгаксантина I, 339 г/моль, m – масса навески, г.

Исследование содержания антиоксидантов проводили на модели ферментативного гидролиза *in vitro* [1, 2]

На рис. а представлено высвобождение батанцианинов во время ферментативного гидролиза. Показано, что наибольшее высвобождение в фазе модельного желудка наблюдается из капсул, приготовленных по способу 3. Отмечено, что диффузия биоактивных веществ из капсул, полученных по способу 2, была менее выражена в связи с полислойной природой.

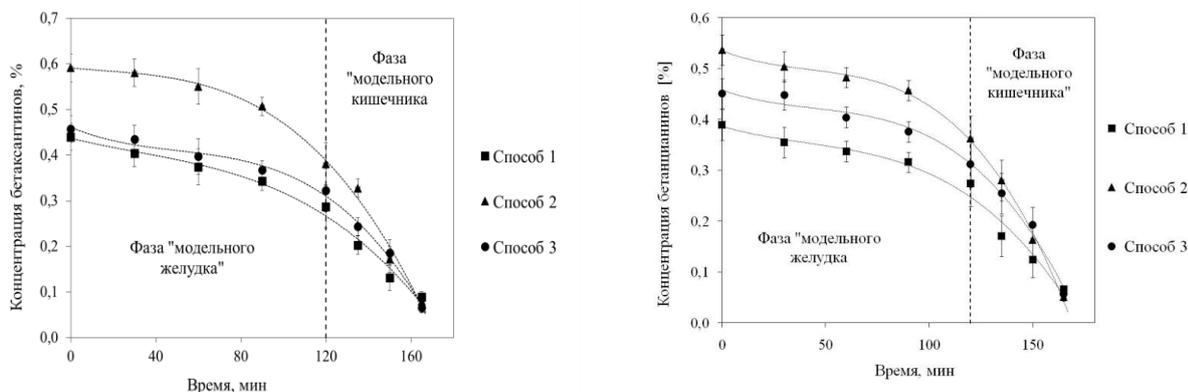


Рис. Концентрация бетацианинов (а) и бетаксантинов (б) в капсулах, полученных разными способами, в модельных условиях желудочно-кишечного тракта

Оценка кинетики высвобождения бетаксантинов (рис. б) также свидетельствует, что капсулы, приготовленные по способу 2, наиболее устойчивы во время фазы модельного желудка. При переходе к стадии искусственного кишечника происходит постепенное высвобождение всех ценных компонентов.

Согласно результатам проведенных исследований, полислойные капсулы, полученные по способу 2, являются наиболее перспективными в целях сохранения функций биоактивного вещества (полифенолы) и направленного его высвобождения. В дальнейшие исследования будут включены анализ количества высвободившегося беталаина и бетаксантина из каждого вида капсул в зависимости от времени в условиях ферментативного гидролиза, что дополнительно может указать на сохранность и биодоступность инкапсулированных эссенциальных компонентов.

В заключении можно отметить, что инкапсулирование антиоксидантов позволяет обеспечить направленный транспорт компонентов, при этом высвобождение значительной части компонентов происходит в фазе модельного кишечника. Таким образом, на основании данной технологии, возможно, разработать ряд продуктов питания, обладающих профилактической направленностью.

Список литературы

1. Горбунова Н.В. Практические аспекты создания и исследование инкапсулированных форм аскорбиновой кислоты в условиях ферментативного гидролиза / Н.В. Горбунова, А.В. Банникова // Научные основы пищевых технологий. № 2(37). – 2016. – С. 35-40.
2. Горбунова Н.В. Совершенствование получения биополимерных матриц адресной доставки инкапсулированных форм биологически активных веществ / Н.В. Горбунова, А.В. Банникова // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. Том 6, № 2. – 2016. – С. 65-70.
3. Dayem A.A., Choi H.Y., Kim J.H. et al. Role of Oxidative Stress in Stem, Cancer, and Cancer Stem Cells // Cancers. – 2010. – Vol. 2. – P. 859-884.

ВЫДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ ДИНАМИКИ ЦЕН НА ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫЕ ТОВАРЫ

Гусевская А.А.

магистрант первого года обучения,
Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Россия, г. Иркутск

Зоркальцев В.И.

зав. лабораторией методов математического моделирования и оптимизации в энергетике №93, д-р техн. наук, профессор, Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, Россия, г. Иркутск

Мокрый И.В.

старший научный сотрудник, канд. техн. наук,
Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения
Российской академии наук, Россия, г. Иркутск

Федурина Н.И.

доцент кафедры информатики и математического моделирования, канд. техн. наук,
Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Россия, г. Иркутск

Дается описание математической модели выявления составляющих временных рядов. Рассматривается динамика среднемесячных цен на три вида продовольственных товаров в Иркутской области за период с 2003 по 2016 гг. Приводятся значения тренда, сезонных колебаний и «остаточного члена», обычно интерпретируемого как случайные отклонения, в динамике месячного изменения цен. Иллюстрируется важность проведения оперативных конъюнктурных исследований на рынках продовольственных товаров.

Ключевые слова: динамика изменения цен, продовольственные товары, выделение составляющих временных рядов, математическая модель.

В эффективности организации и планировании сельскохозяйственной деятельности большое значение имеет представление сельхозпроизводителей о конъюнктуре рынка продовольствия, представление о динамике и соотношениях цен на различные виды продовольственной продукции. Это требует проведение специальных исследований временных рядов цен, в том числе выделение из них

отдельных составляющих в целях исследования происходящих и ожидаемых в будущем процессов в ценообразовании на сельскохозяйственную продукцию. Необходимо отметить, что в 20-х годах прошлого века, в период НЭПа в нашей стране «широким фронтом» проводились оперативные, регулярные исследования рыночной конъюнктуры, что было одной из важнейших составляющих колоссальных успехов в развитии экономики в этот период. Проводившиеся исследования 20-х годов по конъюнктуре сельскохозяйственной продукции отражены в частности в работах [1-3].

В динамики ценообразования необходимо учитывать как минимум три составляющие. Одна из них – общая тенденция изменения (обычно роста) цены на конкретные виды товаров. Другая очень существенная для рынка сельскохозяйственных продуктов составляющая – сезонные колебания цен. Причем форма и амплитуда сезонных колебаний может претерпевать некоторые эволютарные изменения, что важно уметь выделять и учитывать. Третья составляющая – случайные, не закономерные возмущения, интенсивность которых является важной характеристикой степени неопределенности на рынке данного товара и, следовательно, степени рискованности его производства.

В данной статье исследуется динамика среднемесячных цен и поэтому достаточно ограничится выделением указанных трех составляющих. При более детальном посуточном рассмотрении динамики цен интерес может представлять выделение внутри месячных, например, недельных колебаний.

Для выделения и анализа составляющих временных рядов необходимо применение специальных математических моделей. В данной статье приводится модель выделения тренда, сезонных колебаний и остаточного члена из временного ряда помесечных данных. Возможности применения модели и интерпретации получаемых на ней результатов иллюстрируются на временных рядах помесечных цен некоторых продуктов питания в г. Иркутске.

Ниже приведено описание модели, теоретическое обоснование которой изложено в [4, с.130]. Уравнения модели задают связь между фактическим значением x_t отдельно взятого ряда в период времени t , с его составляющими: y_t , s_t , ε_t и аналитические зависимости этих составляющих от времени.

Основное уравнение модели:

$$x_t = y_t + s_t + \varepsilon_t, \quad (1)$$

y_t – тренд, гладкая кривая, отражающая эволютарные изменения ряда X . Тренд выражается в форме полинома от времени –

$$y_t = \sum_{i=0}^n a_i t^i; \quad (2)$$

s_t – сезонная составляющая, периодическая функция от времени с постоянной, либо с плавно меняющейся формой волны. Эта функция представлена суммой строго периодических функций с весами t^i :

$$s_t = \sum_{i=0}^m s_i(t) t^i. \quad (3)$$

Периодическая функция $s_0(t)$ характеризует среднее значение сезонных колебаний. Функции $s_i(t)$, $i > 0$ определяют изменение формы и амплитуды сезон-

ных колебаний от времени. Период колебаний этих функций равен году. Они заданы разложением в ряд Фурье

$$s_i(t) = \sum_{j=1}^{K/2} \alpha_{ij} \cos \frac{2\pi jt}{K} + \sum_{j=1}^{K/2-1} \beta_{ij} \sin \frac{2\pi jt}{K}, \quad (4)$$

где K – количество наблюдений ряда x_t в году ($K = 4$ при квартальной статистике, $K = 12$ – при месячной).

В описываемой модели n, m – заданные натуральные числа, определяющие количество факторов, учитываемых в аналитической записи тренда и сезонных колебаний. Они могут быть либо априори заданными, либо находятся алгоритмически. В последнем случае выбор значений n, m определяется по критерию минимума оценки дисперсии остаточного члена

$$D(\varepsilon) = \frac{1}{T - r(n, m)} \sum_{t=1}^T b_t \varepsilon_t^2; \quad (5)$$

где $r(n, m)$ – количество факторов в модели, зависящее от величин n, m

$$r(n, m) = (1 + n) + (1 + m)(K - 1). \quad (6)$$

Проиллюстрируем работу выше приведенной модели на примере исследования динамики цен трех видов продуктов питания в Иркутской области. Расчеты проводились в программе Оракул, написанной в среде программирования Delphi Мокрым И.В. Исходные данные, которые были исследованы – ряды наблюдений цен в Иркутской области с 2003 по 2016 год плюс 4 месяца 2017 года. Всего получилось 14 лет*12 месяцев +4 месяца= 172 месяца. В дальнейшем исходные данные обозначаются вектором X с 172 компонентами. Вектор X был разложен на годовой тренд (вектор Y), сезонные колебания (вектор S) и остаточный член (вектор E).

Расчеты проводились на модели с параметрами степени полинома представления тренда $n=2$ и только применительно к неизменным по годам сезонным колебаниям, т.е. только при $m=0$. такие значения модели достаточны для первоначальных конъюнктурных исследований, отработки техники применения модели и интерпретации получаемых на ней результатов.

Динамика цены на говядину. На рисунке 1 представлены изменения по месяцам каждого года цен на говядину в Иркутской области за период с 2003 по начало 2016 года. Номер «ряда» на этом и последующих рисунках соответствует номеру месяца. Из рисунка 1 видно, что говядина имеет неравномерный рост цены в течение 2003 – 2016 годов. Наблюдается периодическое возрастание и замедление роста цены примерно раз в четыре года. Каждая линия соответствует месяцу. Хорошо виден общий тренд возрастания цен на говядину с начала 2003 по 2016 год. Можно отметить, что ежегодный рост цен на говядину во времени почти постоянная величина.

Хорошо виден спад цены с февраля месяца по ноябрь на говядину. На февраль самая высокая цена с началом морозов (октябрь, декабрь) производится мясной забой скота и поэтому происходит сезонное снижение цен. На зимние месяцы выпадает активный спрос на мясную продукцию, отсюда наблюдается подъем цены с декабря по февраль.

На рисунке 4, видно, что остаточный член не является полностью хаотической и имеет закономерные черты. Рост цены на говядину периодически, раз в четыре года, резко возрастает после чего замедляется, что было отмечено при обсуждении рисунка 1.

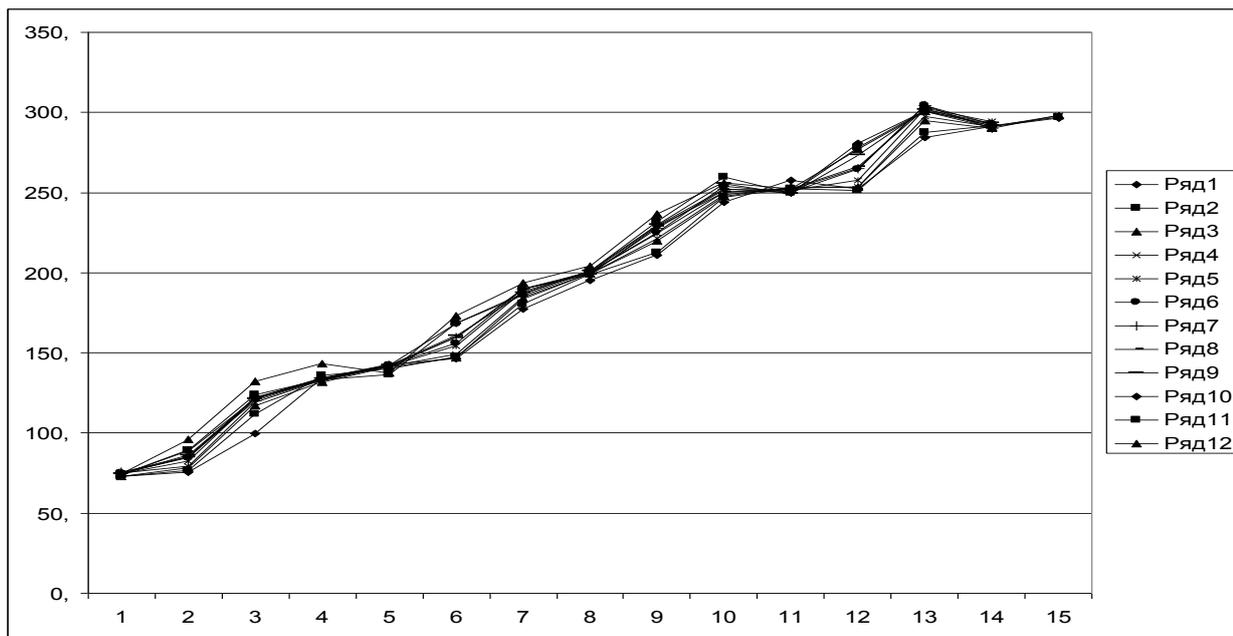


Рис 1. Исходные среднемесячные цены на говядину в Иркутской области по годам.
Номера по оси абсцисс соответствуют годам с 2003 по 2017 г.

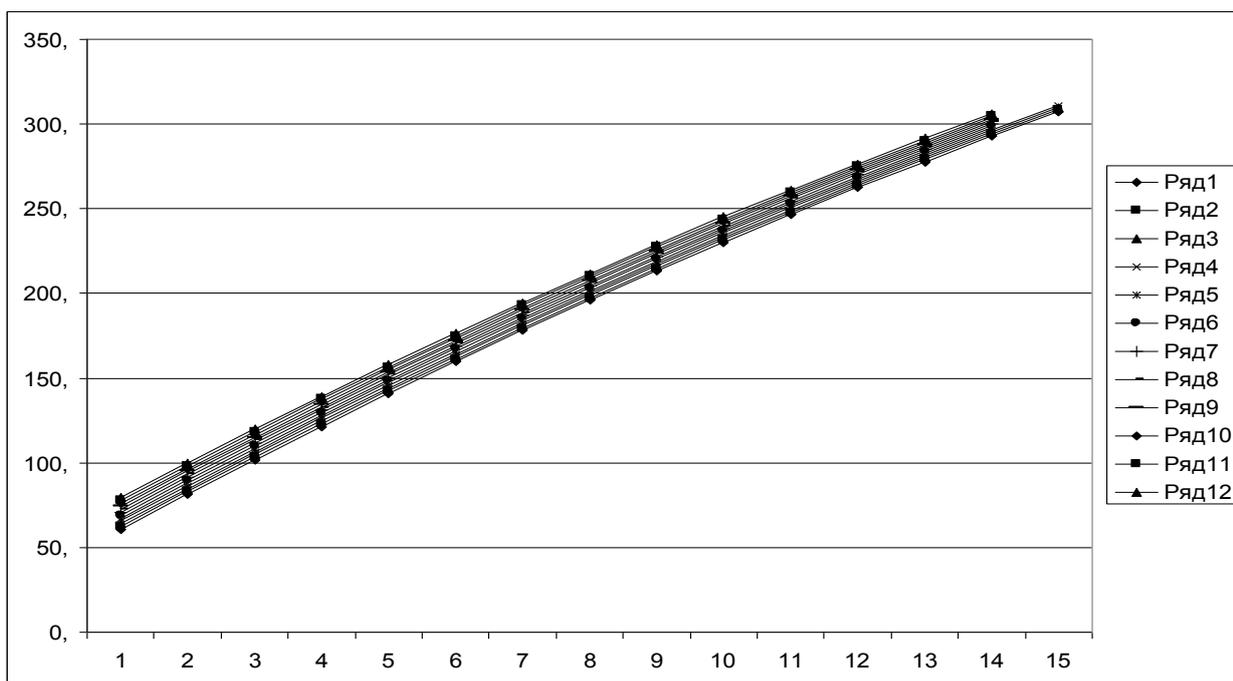


Рис. 2. Помесячный тренд цены говядины по годам

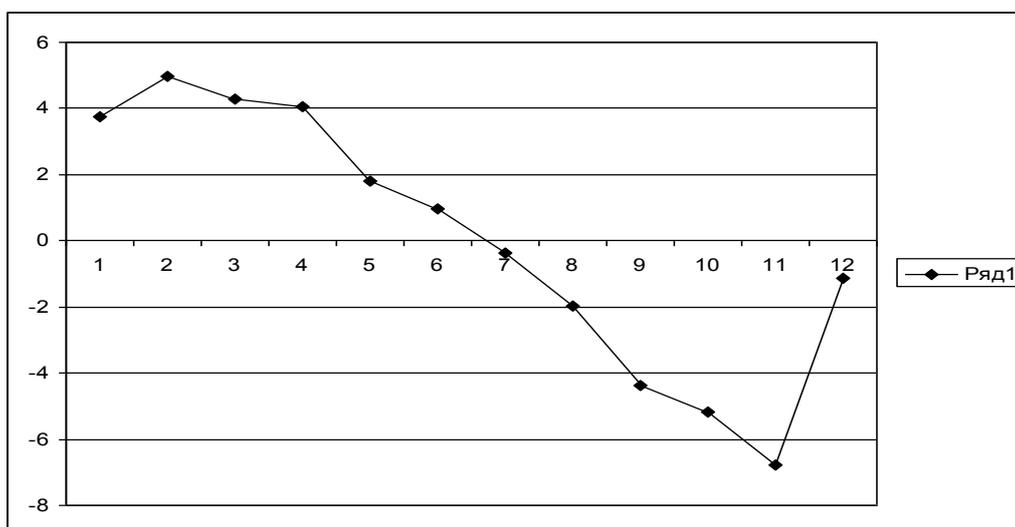


Рис. 3. Средние сезонные колебания цен на говядину в Иркутской области (абсолютные отклонения от тренда)

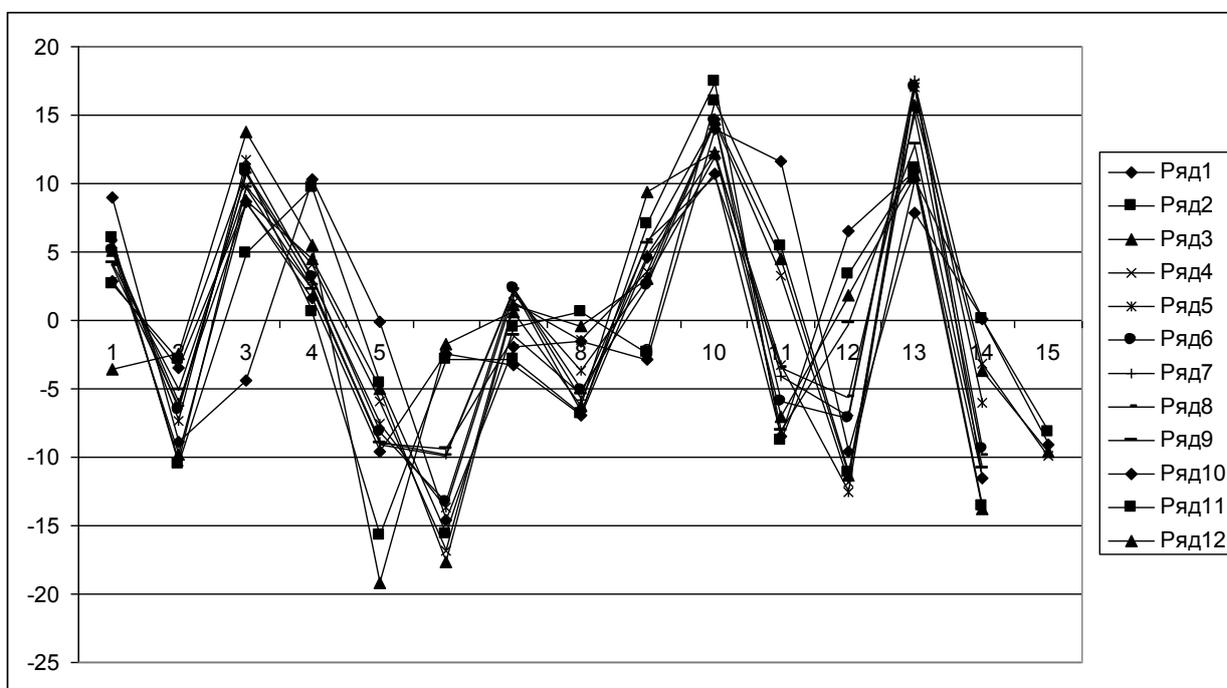


Рис. 4. Динамика изменения остаточного члена

Цены на огурцы. На рисунке 5 представлена динамика изменений по месяцам цен на огурцы. По сравнению с ценами на говядину цены на огурцы имеют существенно больший разброс как по годам, так и по сезонам одного года. Из данных на рисунке 6 хорошо виден общий тренд возрастания цен на огурцы за рассматриваемый период. За рассматриваемые 14 лет цены возросли более чем в 2 раза. Из рисунка 7, видно, что цены на огурцы ежегодно имеют относительно низкие значения примерно с мая месяца по ноябрь. Это связано с тем, что начинается продажа выращенных в близлежащих регионах и в Иркутской области (сначала в теплицах и затем в грунте) огурцов в том числе производимых частниками. Это вызывает уменьшение спроса на ввоз импортной продукции. Сезонное возрастание цен происходит с октября-ноября каждого года.

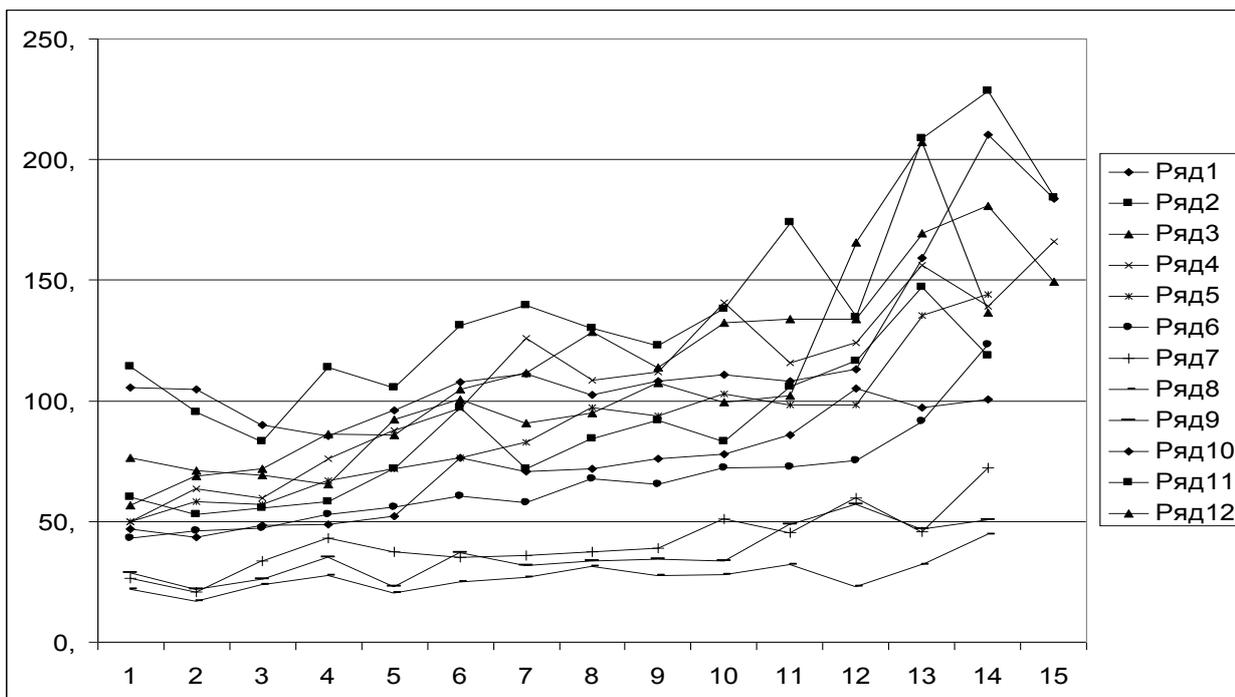


Рис. 5. Исходные ежемесячные цены на огурцы по годам

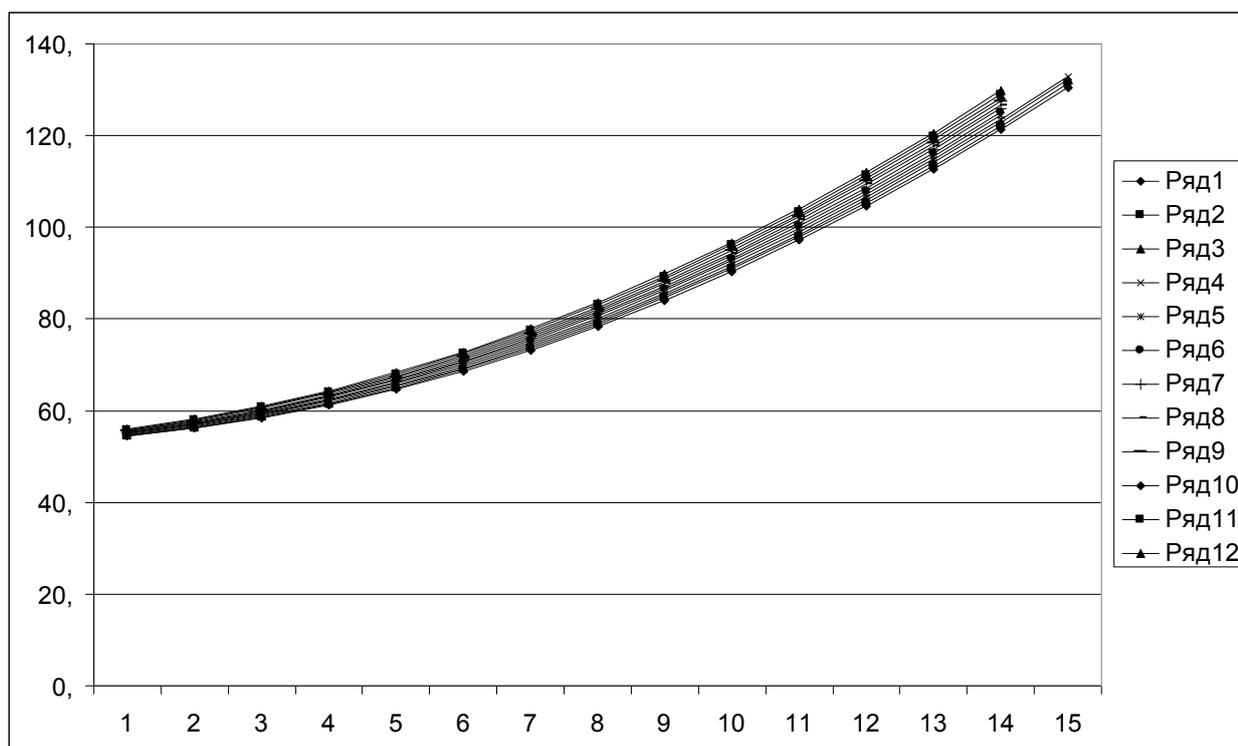


Рис. 6. Сглаженные цены на огурцы по годам

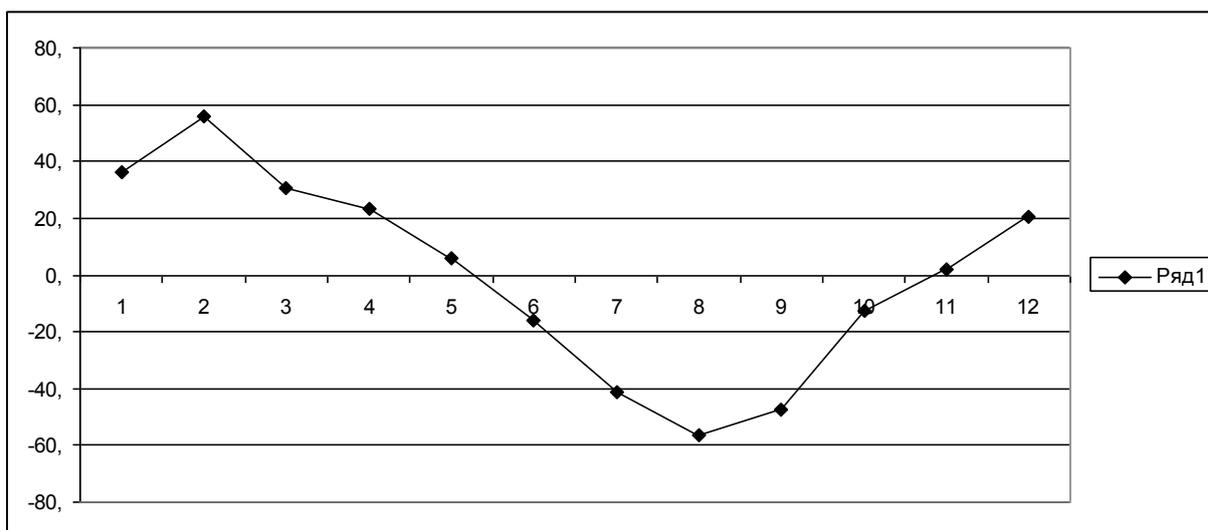


Рис. 7. Усредненные сезонные колебания цен на огурцы относительно годового тренда

Изменения цен на яйца. Исходные данные по изменениям среднемесячных цен на яйца в Иркутской области представлены на рис. 8. Из этого рисунка видно, что общий рост цен по годам сопровождается увеличением разброса роста по отдельным месяцам рассматриваемого периода.

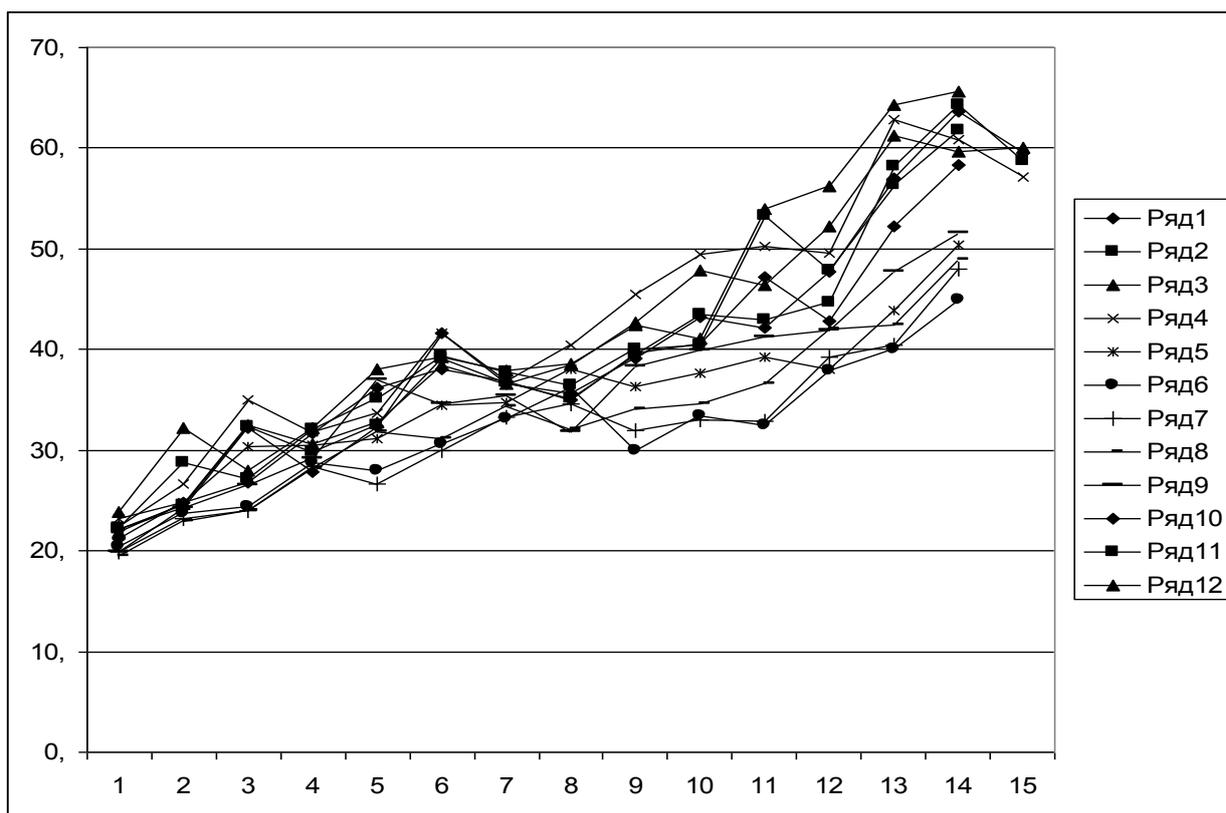


Рис. 8. Исходные цены на яйца по годам

При рассмотрении линий тренда (рис. 9) можно отметить, что ежегодный прирост цен на яйца постепенно увеличивается по годам.

Из выделенных сезонных колебаний (рис.10) ясно, что цена на яйца ежегодно начинает подниматься примерно с апреля месяца и до мая, это отчасти связано с тем, что в мае отмечается церковный праздник, и спрос на яйца возрастает. Главная

причина состоит в том, что в весенний период происходит сезонное падение продуктивности кур-несушек. Далее начинается лето, падает себестоимость продукции, растет объем производства яиц, что вызывает падение цен. В сентябре цены стабилизируются.

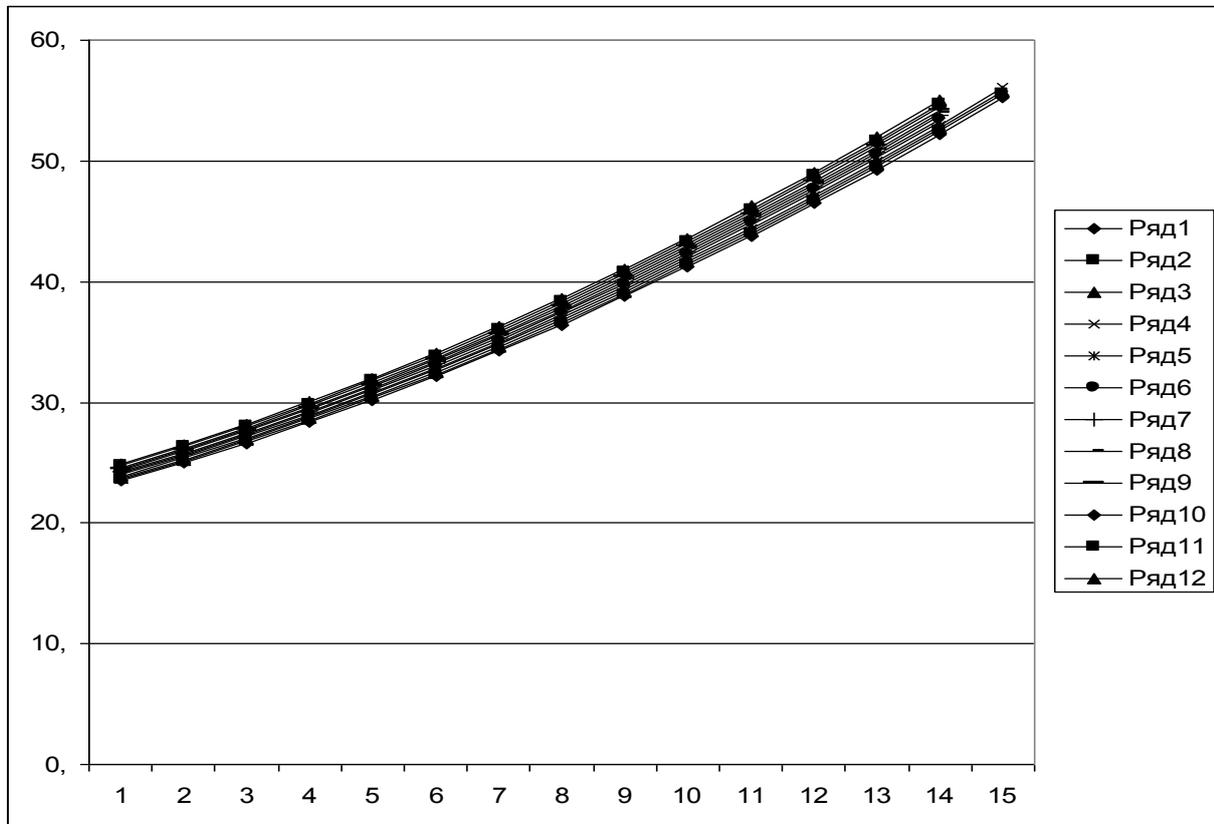


Рис. 9. Тренд цены на яйца в отдельных месяцах по годам

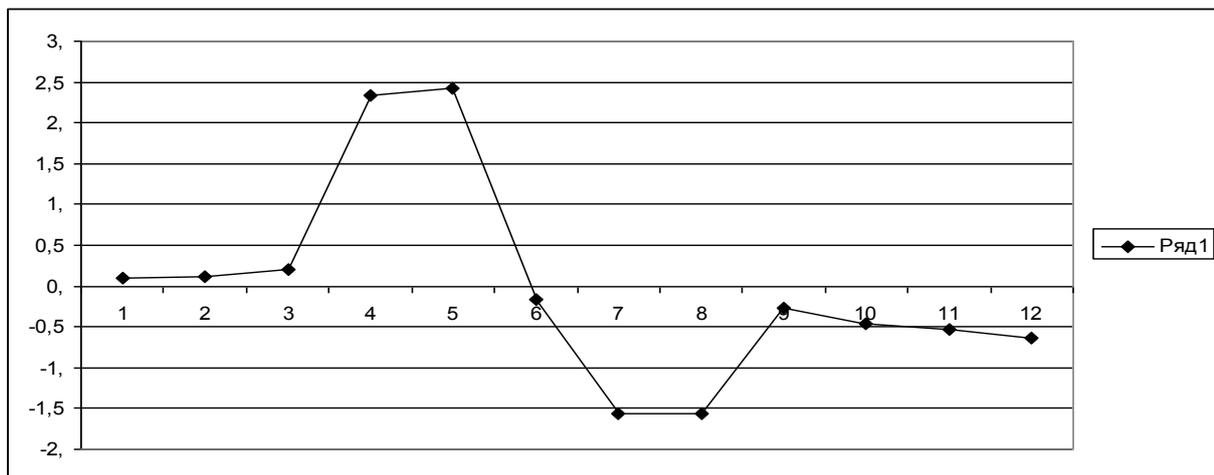


Рис. 10. Средние сезонные колебания цен на яйца (отклонения от тренда)

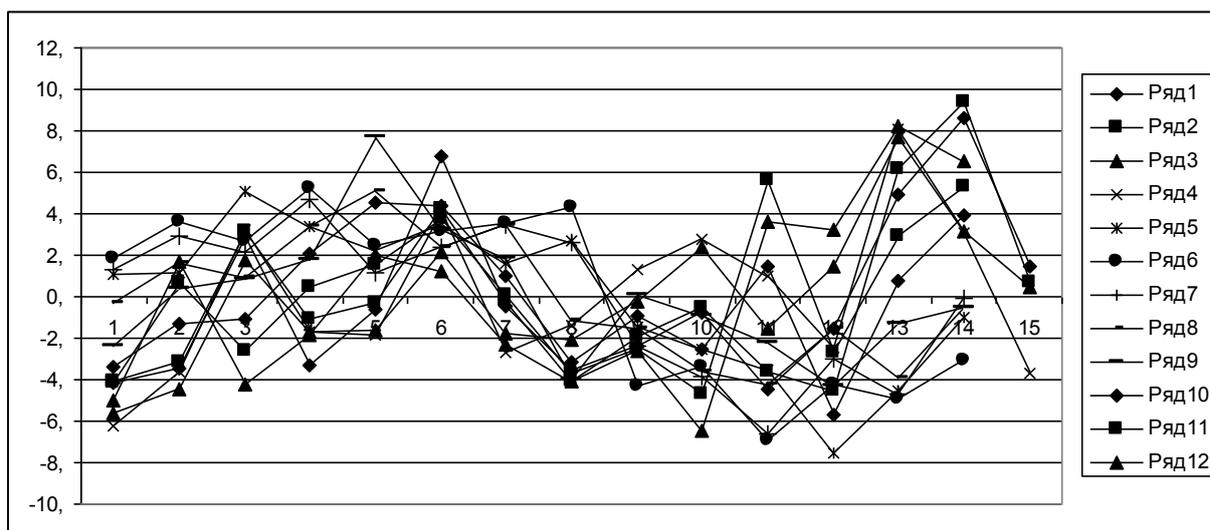


Рис. 11. Динамика значений остаточного члена при выделении из цен на яйца тренда и сезонных колебаний

Остаточный член при выделении из динамики цен на яйца тренда и сезонных колебаний, как это видно из рис.11, имеет случайный характер.

Список литературы

1. Вайпштейн А.Л. Урожайность, метеорологические и экономические циклы, проблема прогноза (по некоторым новейшим работам) / Проблемы урожая. М.,1926. С. 83-104.
2. Четвериков В.С. Связь хлебных цен с урожаями // Вопросы конъюнктуры. 1925. т. I. С. 80-120.
3. Ковальская Л.М. Покупательная сила пшеницы в связи с колебаниями общей конъюнктуры // Вопросы конъюнктуры. 1927. Т. III. Вып. 1. С. 115-136.
4. Зоркальцев В.И. Метод наименьших квадратов: геометрические свойства, альтернативные подходы, приложения. Новосибирск: ВО "Наука" Сиб. изд. Фирма, 1995. – 220 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА PROTEUS ПРИ ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ РАБОТЫ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА АТМЕГА 644 ПРИБОРА ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Денисов А.С.

заведующий кафедрой «Автомобили и автомобильное хозяйство»,
д-р техн. наук, профессор, Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А., Россия, г. Саратов

Куверин И.Ю.

доцент кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство», канд. техн. наук, доцент,
Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,
Россия, г. Саратов

В статье показаны перспективы использования микроконтроллеров при разработке приборов для диагностирования двигателей внутреннего сгорания. Приведены программы

для программирования микроконтроллеров Atmel на языке C. Описаны конструктивные особенности микроконтроллера Atmega 644. Приведены особенности схемотехнического построения прибора для диагностирования двигателей внутреннего сгорания на базе микроконтроллера Atmega 644. Описана методика имитационного моделирования работы микроконтроллера Atmega 644 разработанного прибора для диагностирования двигателей внутреннего сгорания. Приведены результаты имитационного моделирования работы микроконтроллера Atmega 644 разработанного прибора для диагностирования двигателей внутреннего сгорания.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, микроконтроллер, PROTEUS, прибор, Atmega 644, Atmel.

В Саратовском государственном техническом университете на протяжении ряда лет ведется разработка бесстендовых методов и средств диагностирования двигателей внутреннего сгорания. В основе разработанных методов лежит определение параметров технического состояния двигателей по показателям изменения угловой скорости коленчатого вала без использования внешних приводных или нагрузочных устройств [3].

Большие перспективы в дальнейшем развитии данных методов открываются при разработке аппаратного обеспечения на основе современных микроконтроллеров ведущих мировых производителей [2]. В настоящее время проводится разработка микроконтроллерного прибора для диагностирования дизельных двигателей. Основным компонентом разрабатываемого прибора является микроконтроллер Atmega644 8-битного семейства AVR гарвардской архитектуры (программа и данные находятся в разных адресных пространствах) американской фирмы Atmel [1].

Наибольшую сложность при разработке микроконтроллерных систем представляет разработка программы, которая при прошивке загружается в память микроконтроллера и обеспечивает его работу по заложенному алгоритму. Для программирования микроконтроллеров AVR, ввиду его большой популярности во всем мире, разработано значительное количество компиляторов для наиболее популярных языков программирования:

Система команд микроконтроллеров AVR изначально оптимизировалась под программирование на языках высокого уровня, что позволяет отказаться от программирования на ассемблере.

Наиболее целесообразным является использование объектно-ориентированного языка C, имеющего развитую систему команд.

Для программирования на языке C микроконтроллера выбран кросс-компилятор CodeVisionAVR, так как он имеет наиболее удобный автоматический генератор программ (CodeWizardAVR), позволяющий значительно упростить написание программ. Кроме того, CodeVisionAVR обеспечивает выполнение почти всех элементов языка C, которые разрешены архитектурой языка C, с некоторыми добавленными характеристиками, которые реализуют преимущество специфики архитектуры AVR. Также данный компилятор имеет большой набор прикладных библиотек для работы со стандартной периферией.

Для отладки разрабатываемых программ целесообразно использование компьютерных симуляторов, заменяющих реальные радиодетали и приборы, виртуальными моделями. Симуляторы позволяют без сборки реального устройства отладить работу схемы, найти ошибки, полученные на стадии проектирования, снять необходимые характеристики.

Для моделирования микроконтроллеров наибольшими возможностями обладает симулятор Proteus. Поскольку основной задачей моделирования является отработка программного обеспечения микроконтроллера, в Proteus была составлена упрощенная схема прибора (рис. 1). На схеме отсутствуют элементы тактирования, формирования входных сигналов, преобразователи уровня приемо-передатчика USART, цепи питания и сброса.

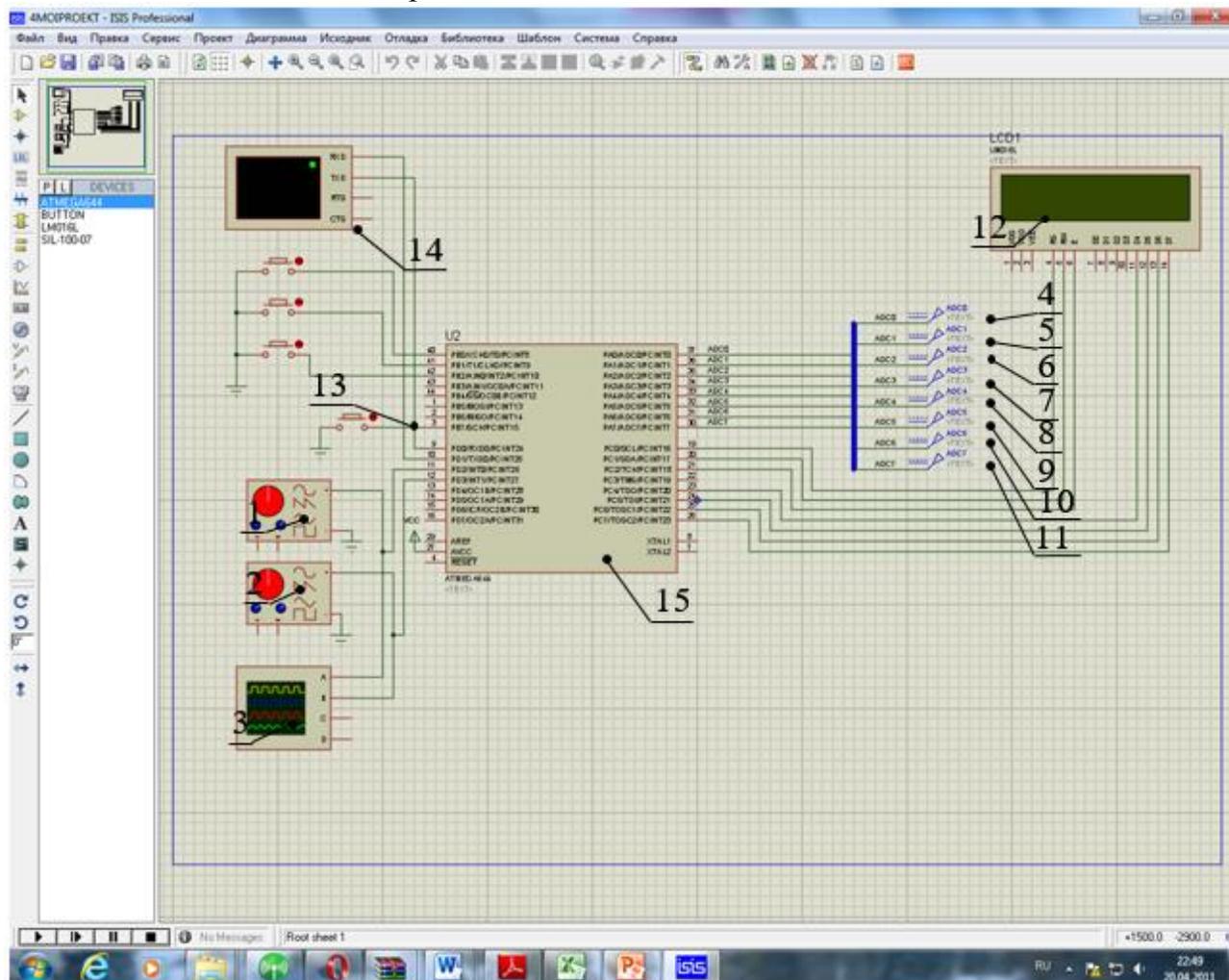


Рис. 1. Упрощенная схема устройства для диагностирования двигателей внутреннего сгорания в симуляторе Proteus

Моделирование сигнала датчика начала тактирования проводилось с помощью генератора импульсов 1. Для моделирования сигналов датчика угловых меток использовался генератор импульсов 2. Контроль длительности и формы сигналов проводился с помощью четырехканального осциллографа 3. Для проверки работы 8-канального аналого-цифрового преобразователя использовались генераторы сигналов 4-11 для каналов 0-7 соответственно. Для проверки настройки LCD дисплея использовалась его модель 12. Для отображения русского шрифта модель дисплея была модифицирована с помощью специальной программы-перекодировщика.

Дисплей в приборе используется для контролирования режимов работы, вывода служебной информации, сведений о разработчике устройства, в режиме тахометра на дисплей выводится информации о частоте вращения коленчатого вала двигателя. Кнопка 13 пуска и переключения режимов является интерактивной и может переключаться непосредственно во время работы программы. Моделирова-

ние передачи данных в компьютер по протоколу RS-232 осуществлялся с помощью виртуального терминала 14.

После загрузки программы в память микроконтроллера 15, а также задания тактовой частоты и установки конфигурационных бит (fuse bits) в окне свойств микроконтроллера, возможно проведение запуска симуляции.

Управление работой симуляции осуществлялось панелью интерактивной симуляции 1 (рис. 2).

Контроль работы программы проводился с помощью следующих контрольных панелей и окон: 2, 3 – панели генераторов импульсов соответственно датчика начала тактирования и датчика угловых меток, 4 – контрольная панель четырехканального осциллографа, 5 – контрольная панель виртуального терминала, 6 – окно регистров процессора, 7 – окно переменных, 8 – окно наблюдения за регистрами микроконтроллера, 9 – окно с текстом программы на языке C.

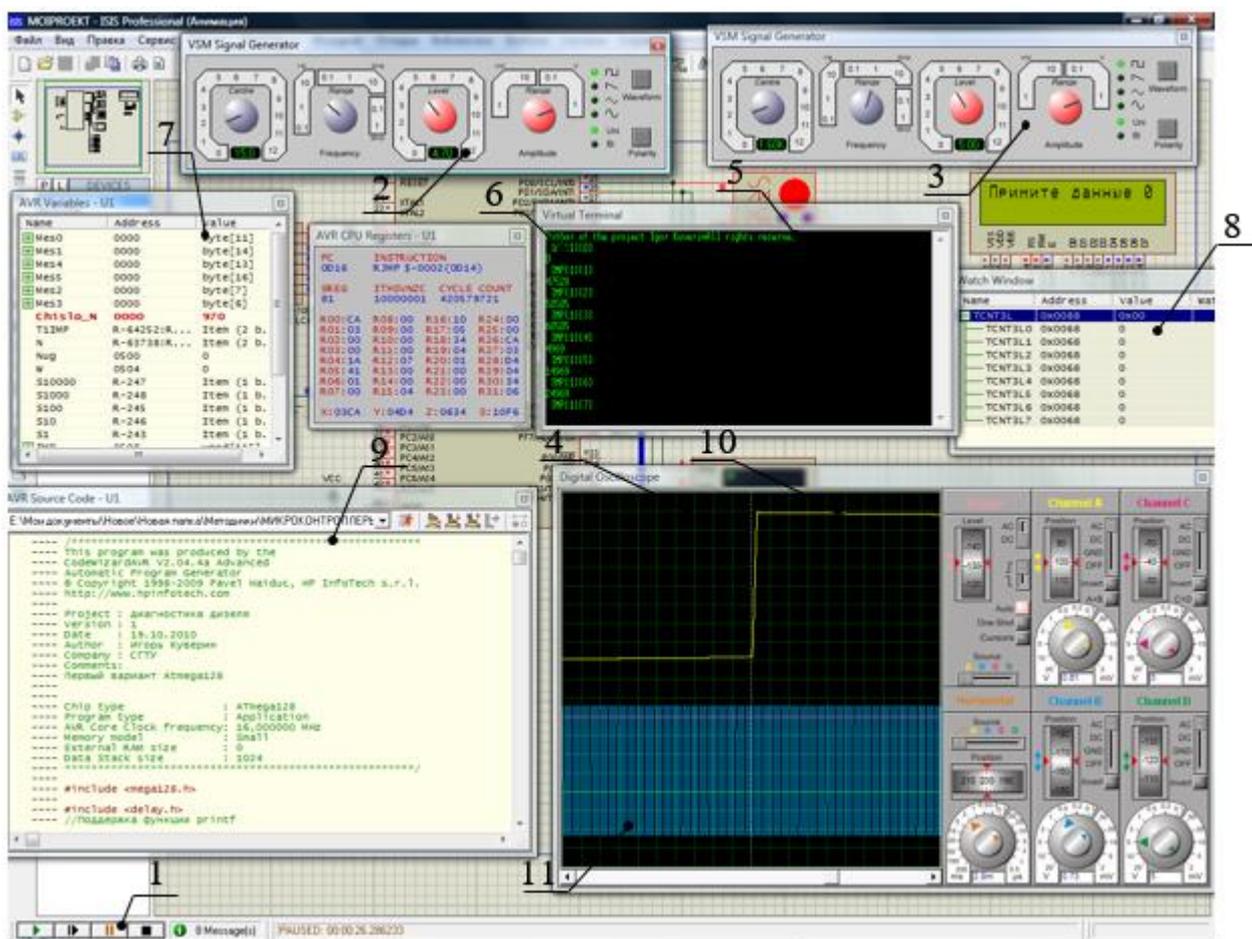


Рис. 2. Симуляция работы прибора для диагностики двигателей внутреннего сгорания в программном комплексе Proteus

На панели осциллографа 10 – импульсы сигнала датчика начала тактирования, 11 – импульсы сигнала датчика угловых меток.

Для осуществления контроля за работой микроконтроллера использовалась возможность устанавливать контрольные точки останова в окне с текстом программы 9, а также задавать в окне слежения за регистрами микроконтроллера 8 значения регистров для инициирования остановки программы при наступлении определенных событий.

Использование программного комплекса Proteus позволило провести отладку программы прибора для диагностирования двигателей внутреннего сгорания с целью последующей загрузки прошивки в память микроконтроллера.

Список литературы

1. Белов, А.В. Разработка устройств на микроконтроллерах AVR: шагаем от «чайника» до профи. – СПб.: Наука и техника, 2013. – 598 с.
2. Куверин, И.Ю. Перспективы использования микроконтроллеров в средствах диагностики автомобилей / И. Ю. Куверин // Совершенствование технологий и организации обеспечения работоспособности машин : сб. науч. тр. / СГТУ. – Саратов, 2009. – С. 32-35.
3. Отставнов, А.А. Диагностирование карбюраторных двигателей по показателям спектрального анализа изменения угловой скорости коленчатого вала / А. А. Отставнов, И. Ю. Куверин // Повышение эффективности эксплуатации транспорта : межвуз. науч. сб. / СГТУ. – Саратов, 2003. – С. 16-26.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ ПОСРЕДСТВОМ ЛОГИСТИКИ

Еремина Л.В.

доцент кафедры организации перевозок и дорожного движения, к.э.н.,
Донской государственной технической университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Ревина Н.В.

магистрант кафедры организации перевозок и дорожного движения,
Донской государственной технической университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье раскрывается влияние логистики на повышение эффективности работы транспортных предприятий. Это предполагает наличие способа контроля издержек и показателей, отражающих связь логистики с основными экономическими и финансовыми индикаторами транспортного бизнеса.

Ключевые слова: логистика, доставка грузов, перевозки, материальный поток.

Логистический подход к автомобильным перевозкам предлагает нам провести переоценку сферы обращения, определив, что в настоящее время всевозможные резервы на производстве истощены, и возможно следует пополнять их через совершенствование сферы обращения. Этот подход требует кардинального обновления технологии процесса перевозки и обработки груза, подвижного состава и организационной перестройки, смены системы управления.

Все это дает нам логистика, т.е. позволяет планировать и контролировать процесс доставки грузов на различных уровнях рынка транспортных услуг: внутрипроизводственном, городском, областном и региональном. И поэтому транспортная логистика может быть рассмотрена как направление в деятельности любого хозяйствующего объекта. Использование в практике транспортных предприятий логистического подхода, позволяет понимать, что при организации одного транспортного потока формируется сеть сопутствующих логистических потоков: информационный, финансовый, материальный, кадровый. Все они должны обеспе-

чить достижение стратегической цели хозяйствующего субъекта и определение тактических шагов по ее решению.

Именно транспорт является одним из важнейших элементов логистической системы при решении задач по доставке грузов на уровне функционирования предприятий, городов, областей, регионов и государств. При этом и сам транспорт может рассматриваться как сложная логистическая система со своими задачами функционирования, и в этом случае мы говорим о транспортной логистике различного уровня (например, микрологистика отдельно взятого предприятия).

Основная проблема организации транспортных услуг заключается в обеспечении соответствующей современной инфраструктуры: техники перевозки, погрузочно-разгрузочных работ, складирования, системы передачи информации и т.д. Основная услуга автомобильного транспорта – перевозка грузов, но перечень услуг, необходимо дополнить маркетинговыми, информационными, коммерческими услугами и др. Развитие транспортно-логистической системы надо ориентировать на рост числа и протяженность транспортных магистралей, на прогнозы изменения структуры грузоперевозок, на изменение удельного веса различных видов транспортных средств и способов транспортировки грузов. Акценты транспортной политики должны быть направлены на качественную модернизацию всей транспортной системы, в которой будут реализованы базовые принципы транспортной логистики [3].

Повышение качества и конкурентоспособности транспортных услуг зависит от использования логистического подхода при организации схем перемещения грузопотоков. Применение консолидации грузовых перевозок и принципов маршрутизации, позволяет снижать тарифы на доставку грузов, а также оказывать дополнительные сервисные услуги без изменения тарифной планки. Существует взаимосвязь между развитием транспортно-логистической системы и пространственным распределением экономической активности регионов. Надежная, динамично развивающаяся транспортно-логистическая система является инструментом, который позволяет исправлять экономические нестыковки в развитии регионов или крупных промышленно-развитых центров, где автомобильный транспорт является ключевым элементом в системе товародвижения [4].

Современные исследования в области транспортной логистики в большинстве случаев ориентированы на международные перевозки массовых грузов. Логистические технологии перевозки грузов автомобильным транспортом имеют высокую степень изученности концептуальных направлений совершенствования. Адаптивность и гибкость принципов логистики на этих видах перевозок обусловлена тем, что участники перевозочного процесса имеют дело со стабильными, объемными грузопотоками. При этом имеют место низкие показатели временных затрат на подготовительные работы по перевозке отдельной партии груза по сравнению с временем самого транспортирования груза, которое значительно выше суммы затрат времени всей совокупности применяемых сервисных услуг, направленных на обеспечение качественной перевозки груза [1, 2]. Поэтому, на наш взгляд, оптимизация такой пространственно-временной системы представляет собой достаточно сложную многокритериальную задачу.

Для доставки грузов с соблюдением технологии «Точно в срок» и с минимальными затратами должен быть разработан и внедрен единый технологический процесс, который бы опирался на «три кита» – производство, транспорт и потребитель. Единый технологический процесс – это комплекс технологических мероприя-

тий, в рамках которых осуществляется взаимодействие всех элементов транспортно-логистической системы на основе системного подхода [7].

Стратегическая цель функционирования и развития транспортно-логистической системы транспортного предприятия представляет собой экономический рост предприятия посредством транспорта и технологий, с целью повышения качества жизни населения страны. Задачу развития транспортно-логистической системы можно сформулировать как долгосрочные социально-экономические приоритеты, а именно: совершенствование регулирования транспортно-логистических процессов через переход от ценового регулирования рынка к свободным тарифам; создание оптимальных условий, обеспечивающих свободный доступ потребителей транспортно-логистических услуг к транспортной инфраструктуре; снижение экономических и административных барьеров при конкуренции транспортных операторов, через проведение публичных тендеров транспортных операторов и привлечением большего числа частных операторов; обеспечить плавный переход к формам государственного регулирования по поддержке малого и среднего бизнеса в транспортном секторе экономики; разработка действенных мероприятий по защите экономических интересов наемных перевозчиков на рынке не транспортного сектора; проведение разработки мероприятий по замене на транспорте количественных квот на качественные.

По пути развития транспортная система не должна становится монопольной, оставляя таким образом каждому виду транспорта свое поле для деятельности в транспортном пространстве страны, региона, города. Слаженная координация функционирования всех видов транспорта позволяет повысить пропускную способность транспортных сетей страны с целью повышения уровня жизни современного общества и степени удовлетворения потребностей в разнообразных транспортных услугах.

Проводить сопоставление качественных характеристик различных подходов к организации и управлению функционированием транспортно-логистической системой надо на основе отобранных и обоснованных логистических и транспортных критериев и показателей. Для разработки логистических технологий на транспорте нужен системный подход, используемый как комплекс взаимосвязанных логистических подсистем объединенных общей целью, а именно достижение синергетического эффекта.

Резюмируя все выше сказанное приходим к выводу, что транспорт в современных рыночных условиях играет важную роль в продвижении товаров в логистической системе и во многом определяет конкурентоспособность и конечную стоимость товара.

Список литературы

1. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник для студентов высших учебных заведений. – 9-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2004. – 408 с.
2. Грузовые автомобильные перевозки: Учебник для вузов / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Куликов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006-560 с.: ил.
3. Зырянов, В.В., Еремина, Л.В. Оценка эффективности функционирования контрагентов в логистической системе транспортного предприятия [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №1. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/728> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

4. Миротин Л.Б. Актуальные проблемы транспортной логистики на современном этапе формирования и функционирования транспортных систем России// Бизнес и логистика – 2002: Сб. материалов Московского Международного Логистического форума (ММЛФ – 2002). М.: МАДИ, 2002.

5. Миротин Л.Б., Ташбаев Ы.Э., Гудков В.А. и др. Транспортная логистика: Учебник / Под общ. ред. Л.Б. Миротина. – 2-е изд., стереотип. – М.: Издательство «Экзамен», 2005.

6. Миротин Л.Б., Ташбаев Ы.Э. Логистика для предпринимателя: основные понятия, положения и процедуры: учебное пособие. М.: ИНФРА – М, 2003. – 252 с.

7. Неруш Ю.М. Логистика: Учебник. 4-е изд., перераб. и доп. – М. : ТК Велби, Издательство Проспект.2006. – 520 с.

8. Доналд Дж. Бауэрсокс, Дейвид Дж. Клосс. Логистика: интегрированная цепь поставок. 2-е изд. / [Пер. с англ. Н.Н. Барышниковой, Б.С. Пинскера]. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2008. – 640 с.

УПРАВЛЕНИЕ ЗАТРАТАМИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Ермина Л.В.

доцент кафедры организации перевозок и дорожного движения, к.э.н.,
Донской государственной технической университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Ревина Н.В.

магистрант кафедры организации перевозок и дорожного движения,
Донской государственной технической университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье раскрывается влияние логистики на повышение эффективности работы транспортных предприятий. Это предполагает наличие способа контроля издержек и показателей, отражающих связь логистики с основными экономическими и финансовыми индикаторами транспортного бизнеса.

Ключевые слова: логистика, доставка грузов, перевозки, материальный поток.

С развитием в России рынка грузоперевозок понятие транспортировки грузов изменилось от отрасли, приравненной к промышленным отраслям, до сферы услуг, или транспортного сервиса. С точки зрения потребителя транспортный сервис должен обеспечивать качественную доставку грузов в заданное место в определенное время и с минимальными затратами. Потребители транспортных услуг выбирают вид и тип транспорта, а также способы транспортировки, которые обеспечивают высокое качество логистического сервиса, и как следствие, транспортно-го сервиса.

Для решения проблем транспортной отрасли, возникающих в процесс, необходимо широко использовать все методологические и теоретические достижения в транспортной логистике. Но важно использовать как имеющиеся достижения, так и выработать свою собственную транспортную стратегию и определить ее главные принципы. В основе логистической модели транспортного сервиса должны лежать объективные проблемы транспортного процесса, которые включали бы в эту логистическую модель реальные предположения.

Важной областью исследований транспортных проблем является ретроспективный анализ результатов для распределения маршрутов транспортных средств различных видов транспорта, изучение компромиссов между созданием запасов ресурсов, их транспортировкой и размещением. Перспективным направлением исследований может стать объединение экспертной и транспортно-маршрутной систем на основе взаимосвязанной оптимизации процесса.

Важным моментом является компьютеризация различных звеньев логистической системы, подключение их к единой информационной сети. Это позволит отслеживать движение грузов, контролировать транспортные потоки и расходы. Как следствие, должны снизиться величина транспортных расходов и срок доставки груза [1].

Наибольшего успеха на рынке транспортных перевозок добиваются те компании, где все производственные действия направлены на удовлетворение потребностей потребителя. Борьба за привлечение новых потребителей обуславливает потребность в гибких производственных процессах, способных быстро реагировать на конъюнктуру рыночного спроса.

Снижение себестоимости перевозок должно достигаться за счет координации структурных подразделений транспортной компании от момента приема заказа от грузоотправителя, до момента его выполнения, т.е. доставки грузополучателю. В идеале все производственные операции должны быть полностью интегрированы, взаимозаменяемы и взаимозависимы, должны составлять единый процесс управления логистическими потоками [8].

Осуществление перевозок процесс достаточно сложный, в его организации принимают участие не только компании, оказывающие услуги в области транспортировки, а также те, кто представляет дополнительные сопутствующие услуги. Создание единой интегрированной логистической системы для всех участников перевозочного процесса, а именно грузоотправителей, грузополучателей, грузоперевозчиков, таможенных брокеров, страховых компаний, позволит согласовать действия всех звеньев транспортно-логистической цепи перевозки, обеспечить жесткий контроль за транспортным потоком, упростить и ускорить процедуры оформления таможенных, перевозочных и прочих документов.

Важной функцией управления создания логистических систем транспортных предприятий является организация структуры, а именно обеспечение их технологической документацией, персоналом, оборудованием, материальными, финансовыми и информационными ресурсами, необходимыми для осуществления управления перевозочным процессом [2]. Транспортные предприятия самостоятельно формируют свою структуру управления с учетом возможной адаптивности и гибкости к текущим внешним воздействиям. Основной задачей оценки эффективности управления формирования логистических систем транспортных предприятий является минимизация риска деятельности на основе оценки принимаемых хозяйственных решений с точки зрения возможности роста экономических показателей деятельности предприятия. Поэтому возрастает роль экономического анализа при обосновании эффективности принимаемых управленческих решений. Принципиально меняются и функции управленческого анализа.

Результаты производственной деятельности транспортного предприятия зависят от организации управления, от формирования производственной программы, оптимального выбора и количества предлагаемых транспортных услуг в течение планируемого календарного периода и других факторов. Планирование должно

быть организовано такими образом, чтобы транспортное предприятие получило при приемлемом риске максимальную прибыль исходя из имеющихся ресурсов и общественных потребностей, определяемых спросом на рынке перевозок.

Управление финансовыми результатами деятельности транспортного предприятия в условиях рыночной экономики является ключевым фактором успеха. Роль прибыли, как основного показателя финансовой деятельности хозяйствующих субъектов, возрастает в период развития рыночных отношений. Одновременно с этим прибыль является главным источником удовлетворения разнообразных потребностей и самого предприятия и всего общества. Чистая прибыль должна распределяться по потребностям и экономическим интересам транспортного предприятия, а не в соответствии с заранее регламентированным режимом отчислений. Под влиянием рыночной конъюнктуры спроса формируется и перечень фондов, и размеры отчисляемых в них средств.

Управление логистической системой на транспортном предприятии основано на информации, а эффективное управление может осуществляться только на основе достоверной и своевременной информации [3]. Процесс управления логистической системой транспортного предприятия сводится к работе с различными информационными потоками, которые используются для принятия стратегических решений. Отсутствие или игнорирование достоверной информации – это самая распространённая ошибка. В должной степени не акцентируется внимание на формировании информационных потоков, определение их направленности и формализации описания, в особенности на небольших транспортных предприятиях и вне зависимости от интенсивности использования их провозной возможности [4].

Совершенствование системы управления затратами в условиях рыночных взаимоотношений предполагает установление размеров затрат, связей и пропорций между ними и объектами производства. Используя методы математической статистики можно получить следующие результаты:

- определить формы зависимости затрат от объема перевозок или использование провозных способностей;
- получить информацию о прибыльности или убыточности провозных возможностей транспортного предприятия в зависимости от объема и номенклатуры перевозок;
- рассчитать критический объем перевозок (объем реализации транспортных услуг);
- спрогнозировать динамику себестоимости перевозок или отдельных видов дополнительных услуг в зависимости от факторов объема провозных возможностей, т.е. решать стратегические задачи управления транспортным предприятием в логистическом контексте.

Список литературы

1. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник для студентов высших учебных заведений. – 9-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2004. – 408 с.
2. Грузовые автомобильные перевозки: Учебник для вузов / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Куликов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006-560 с.: ил.
3. Зырянов, В.В., Еремина, Л.В. Оценка эффективности функционирования контрагентов в логистической системе транспортного предприятия [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №1. – Режим доступа:

<http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/728> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

4. Миротин Л.Б. Актуальные проблемы транспортной логистики на современном этапе формирования и функционирования транспортных систем России// Бизнес и логистика – 2002:Сб. материалов Московского Международного Логистического форума (ММЛФ – 2002), М.:МАДИ, 2002.

5. Миротин Л.Б., Ташбаев Ы.Э., Гудков В.А. и др. Транспортная логистика: Учебник / Под общ. ред. Л.Б. Миротина. – 2-е изд., стереотип. – М.: Издательство «Экзамен», 2005.

6. Миротин Л.Б., Ташбаев Ы.Э. Логистика для предпринимателя: основные понятия, положения и процедуры: учебное пособие. М.: ИНФРА – М, 2003. – 252 с.

7. Неруш Ю.М. Логистика: Учебник. 4-е изд., перераб. и доп. – М. : ТК Велби, Издательство Проспект, 2006. – 520 с.

8. Доналд Дж. Бауэрсокс, Дейвид Дж. Клосс. Логистика: интегрированная цепь поставок. 2-е изд. / [Пер. с англ. Н.Н. Барышниковой, Б.С. Пинскера]. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2008. – 640 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННО- ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ТРАЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИ САМОНАВЕДЕНИИ

Исмятуллин Р.Г.

доцент кафедры электроснабжения и радиотелемеханики, канд. техн. наук, доцент,
Тюменское высшее военно-инженерное командное училище, Россия, г. Тюмень

Мельник С.И.

заместитель начальника кафедры электроснабжения и радиотелемеханики,
Тюменское высшее военно-инженерное командное училище, Россия, г. Тюмень

Финогенов С.Н.

профессор кафедры электроснабжения и радиотелемеханики, канд. техн. наук,
доцент, Тюменское высшее военно-инженерное командное училище,
Россия, г. Тюмень

В статье рассматривается синтез информационно-вычислительной системы (ИВС) траекторного управления, реализующей пропорциональное сближение при самонаведении.

Ключевые слова: информационно-вычислительная система, система самонаведения, траекторное управление, комплексная угломерная следящая система.

В ИВС, состоящей из комплексной угломерной следящей системы (КУСС) и оптимального регулятора, синтезируется закон оптимального траекторного нелинейного управления методом аналитического конструирования, предложенного Красовским А.А. [1].

Для системы самонаведения, обобщенная формализованная модель которой представлена в виде

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 + \frac{2\dot{r}_л}{r_л} x_1 - \frac{1}{r_л} x_2 &= 0; \\ \dot{x}_2 + \lambda_2 x_2 &= u_1, \end{aligned} \quad (1)$$

где $x_1 = \hat{\epsilon}_л$, $x_2 = \Delta W_{y\perp} = W_{цy\perp} - W_{y\perp}$
минимизирующего функционала качества

$$I = \sum_{i,k=1}^2 \gamma_{ik}(t_2) x_i(t_2) x_k(t_2) + \int_0^{t_2} (\beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2) dt \quad (2)$$

при ограничениях

$$\int_0^{t_2} |u_1|^p dt = C_1; \quad \int_0^{t_2} |\gamma_{21} x_1 + \gamma_{22} x_2|^q dt = D_1; \quad \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1 \quad (3)$$

получено выражение для квазиоптимального управления в виде

$$u_{1оп} = -K_p \left[\frac{r_л^4}{\lambda_2^2 |\dot{r}_л|} \right]^{q-1} \times [\lambda_2 r_л \dot{\epsilon}_л + (W_{цy\perp} - W_{y\perp})]^{q-1}. \quad (4)$$

В выражении (4):

$r_л, \dot{r}_л$ – относительная дальность и скорость ее изменения;

$\dot{\epsilon}_л$ – угловая скорость линии визирования цели;

$W_{цy\perp}, W_{y\perp}$ – трансверсальные нормальные ускорения цели и ракеты;

$\lambda_2 = \frac{1}{T_2}$, где T_2 – постоянная времени инерционного звена первого порядка,

аппроксимирующего систему пилотажного управления.

Показатель степени "q – 1" характеризует вид нелинейной характеристики (рис. 1).

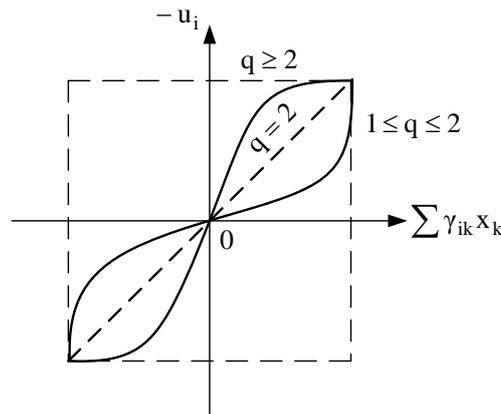


Рис. 1. Характеристика нелинейного элемента регулятора

При синтезе закона траекторного управления были приняты несущественные допущения, чем обуславливается квазиоптимальность управления (4).

Как видно из выражения (4) для реализации закона управления (4) необходимо в составе ИВС иметь фильтры, формирующие оптимальные оценки $\hat{\epsilon}_л, \hat{r}_л, \dot{\hat{r}}_л, \hat{W}_{цy\perp}, \hat{W}_{y\perp}$.

КУСС решает задачи пространственной селекции цели по направлению и формирования оптимальных оценок параметров траекторного управления. Представляет собой многоконтурную следящую систему с оптимальным управлением и многомерным фильтром оптимального оценивания фазовых координат, находящегося внутри замкнутого контура сопровождения цели. Многоконтурность следящей системы одновременно обеспечивает высокую точность, быстродействие, устойчивость угломера в целом. Многомерный фильтр одновременно обеспечивает формирование оптимальных оценок информационных параметров оптимального регулятора траекторного управления (внешнее потребление) и оптимального регулятора следящей системы угломера (внутреннее потребление).

В ИВС используется формализованная модель КУСС по результатам синтеза, приведенного в [2].

Структурная схема оптимальной ИВС приведена на рис. 2.

На рис. 2:

ФОП – фильтр отслеживаемого процесса;

ФНУ – фильтр нормального ускорения;

ФАП – фильтр антенного привода;

ФУС – фильтр углового ускорения;

\hat{r}_l , $\hat{\dot{r}}_l$ – оценки относительной дальности r_l и скорости ее изменения \dot{r}_l , сформированные достаточно точно в отдельном фильтре.

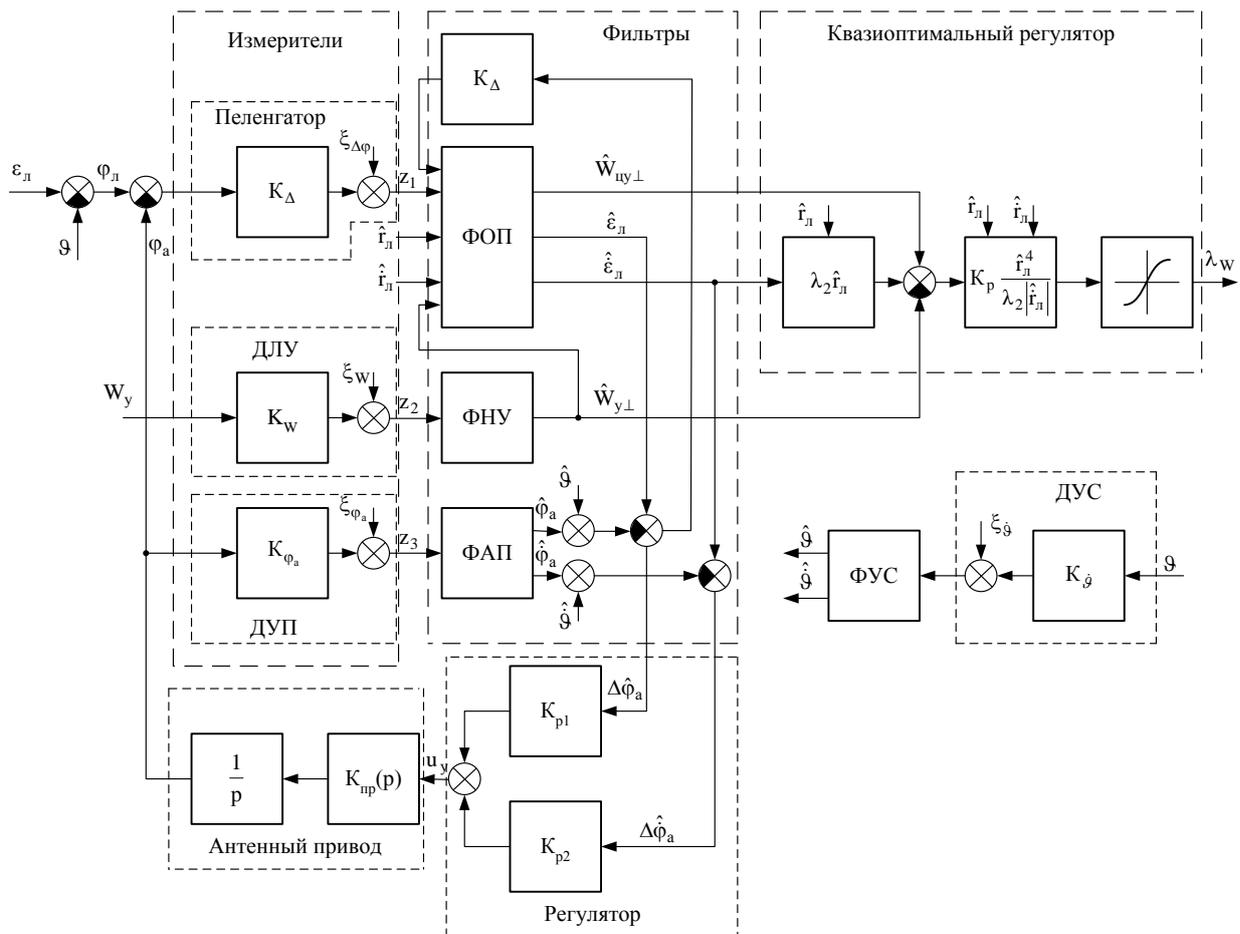


Рис. 2. Структурная схема оптимальной ИВС

С целью оценки работоспособности ИВС, качества перехвата ИМЦ, а также аппроксимации алгоритма квазиоптимального алгоритма траекторного управления проведено имитационное моделирование процесса самонаведения. Результаты моделирования в сравнительной оценке с прототипом ИВС, реализующей пропорциональное сближение с законом управления $\lambda_w = N\hat{\epsilon}_l|\dot{r}_l|$ и одноконтурной угломерной следящей системой приведены на рис. 3. Процессы имитационного моделирования соответствуют перехвату цели, совершающей интенсивный маневр.

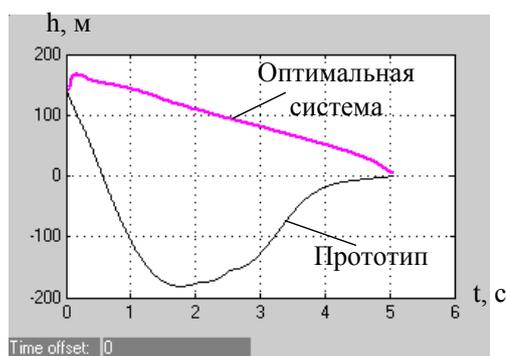
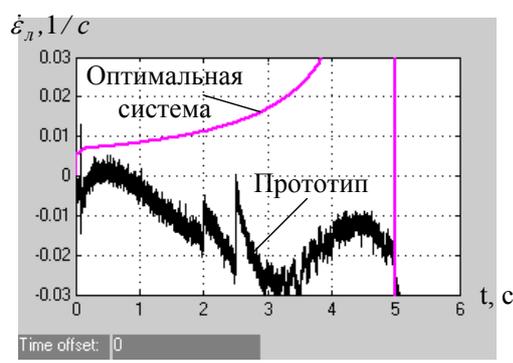
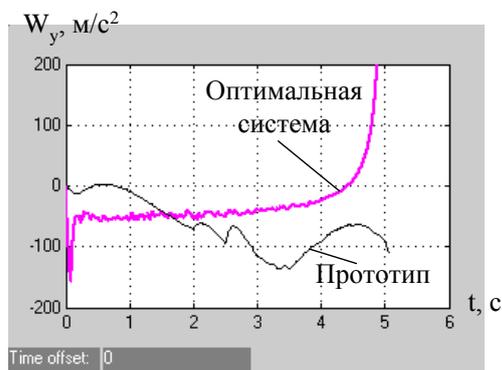
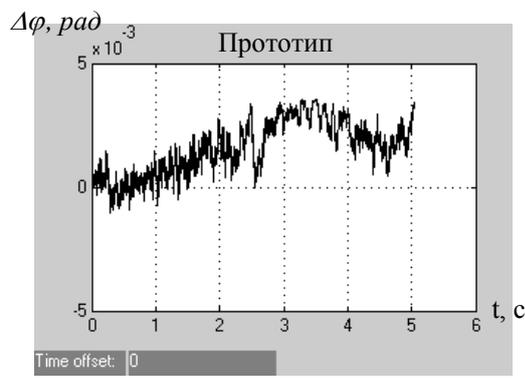
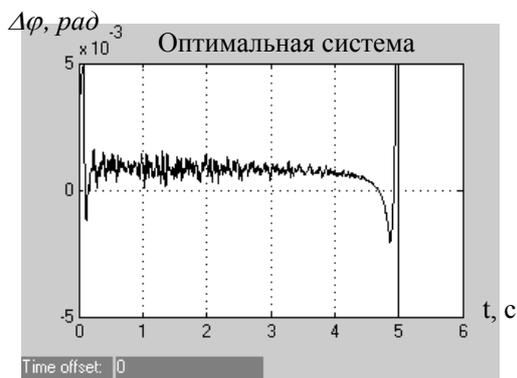
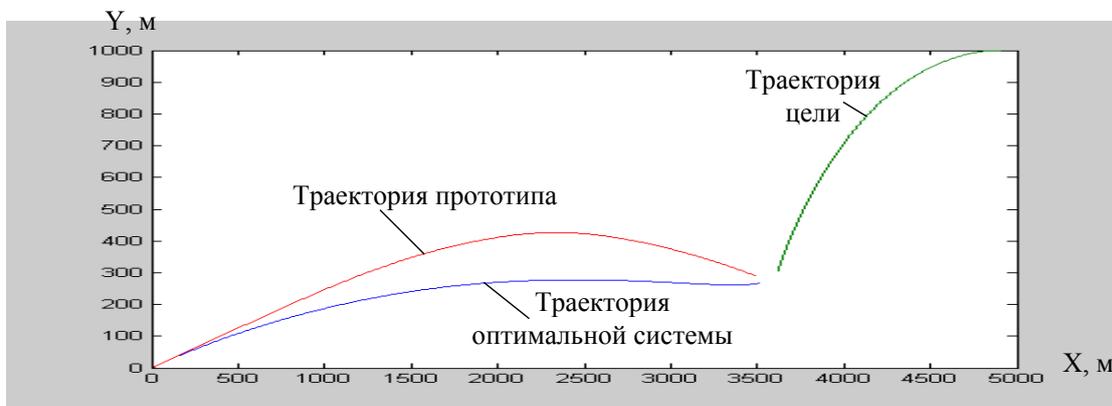


Рис. 3. Результаты моделирования

По результатам моделирования видно, что предлагаемая оптимальная ИВС позволяет с достаточной точностью сопровождать цель (на рис. 3 – зависимость $\Delta\varphi(t)$) и наводить летательный аппарат на цель по более спрямленной траектории с высоким быстродействием ($r_{л}^4$) и точностью (хорошая фильтрация, и, следовательно, малое ожидаемое значение флуктуационной ошибки наведения).

Список литературы

1. Красовский А. А. Аналитическое конструирование контуров управления летательными аппаратами. М.: Машиностроение, 1969.
2. Авиационные системы радиуправления. Радиоэлектронные системы самонаведения/ Под ред. А. И. Канащенкова и В. И. Меркулова. М.: Радиотехника, 2003.
3. Финогенов С.Н., Хуторской И.Н., Жарков С.В. Системы самонаведения зенитных ракет. Смоленск: ОАО «Алина», 2006.
4. Финогенов С.Н., Хуторской И.Н. Системы наведения зенитных ракет с оптимальным управлением. Смоленск: ВА ВПВО ВС РФ, 2009.
5. Финогенов С.Н., Царьков М.Е., Або Хамра В. Алгоритм оптимального траекторного управления летательным аппаратом. М.: Радиотехника. «Нелинейный мир». № 4, 2013.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЗОНЫ СОВРЕМЕННОЙ УСАДЬБЫ

Козачун Г.У.

профессор кафедры архитектурно-конструктивного проектирования,
канд. экон. наук, Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет,
Россия, г. Омск

Капкина Т.Б.

инженер кафедры архитектурно-конструктивного проектирования,
Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет,
Россия, г. Омск

Рассмотрены основные функциональные зоны современной усадьбы, их место в территориальной организации с учетом типологии усадьбы, особенности использования и уровня экономического развития семьи. Выделены предусадебная зона, входная, хозяйственно-бытовых строений, рекреационная, садово-огородных культур и сада. Предлагается комплексное решение планировки усадьбы с учетом внешнего окружения усадьбы.

Ключевые слова: приусадебный участок, типы усадеб, функциональные зоны.

Усадьба как объект изучения может рассматриваться различными отраслями науки поскольку, так как она представляет единый комплекс зданий, сооружений, благоустройства и озеленения на определенном создать комфортные условия проживания конкретной семьи с учетом ее социально-экономических параметров и запросов, природно-климатических, условий и характеристик, технических и градостроительных норм и правил.

Среда жизнедеятельности, это антропогенная среда, созданная по определенным правилам формирования комфортных условий для жизни, а также индивидуальной трудовой деятельности на усадьбе, получившей широкое распространение в условиях рынка. В основу формирования среды в градостроительстве и архи-

текстуре положен принцип выделения определенных функциональных зон, под которым понимается пространство, предназначенное для выполнения определенных видов деятельности. Это определенная функциональная зона в помещении различного назначения и территории зоны города, устанавливаемые документами территориального планирования. Например, рекреационная зона, зона сельскохозяйственного производства [1, с. 4].

Усадьба как объект проектирования и создания комфортной среды является на первый взгляд простым, но фактически достаточно сложным в связи с большим количеством факторов, оказывающих влияние на проектное решение [2].

На функциональное зонирование усадьбы оказывают влияние различные внешние и внутренние факторы, под влиянием которых формируется определенный тип усадьбы по использованию территории [2].

Анализ практики проектирования и строительства индивидуальной жилой застройки показывает наличие большого количества ошибок, которые нередко ведут к судебным тяжбам между соседями. К таким ошибкам следует отнести размещение на участке жилого дома и хозяйственно-бытовых построек, деревьев, кустарников с нарушением градостроительных нормативов. Такие ошибки вызваны, прежде всего, отсутствием или безграмотно разработанным проектом планировки усадьбы, слабым архитектурным контролем, незнанием индивидуальным застройщиком действующих строительных норм и правил [3].

В зависимости от типа использования территории усадьбы и других факторов формируются основные функциональные зоны, их планировка и площади.

В целом при территориальной организации усадьбы следует выделить следующие функциональные зоны:

- предусадебная или зона главного фасада усадьбы;
- входная;
- зона размещения хозяйственно-бытовых строений и жилого дома;
- зона отдыха;
- зона огородных культур;
- зона плодово-ягодных культур;

Планировка усадьбы зависит от многих факторов, которые в конечном итоге формируют по характеру использования земельного участка четыре типа усадьбы в зависимости от уровня экономического развития семьи, это предопределяет характер хозяйственно-бытового использования участка [4].

Это аграрный тип, который соответствует низкому уровню экономического развития семьи, при котором приусадебный участок играет существенную роль в производстве и обеспечении семьи продукцией личного подсобного хозяйства.

Аграрно-рекреационный тип соответствует среднему уровню экономического развития семьи, при котором производство сельскохозяйственной продукции на участке не является основной целью использования участка.

Третий тип следует рассматривать как рекреационно-аграрный, при котором экономический уровень семьи выше среднего, но не высокий, где основное назначение участка – организация отдыха, а аграрная часть имеет любительский характер.

Четвертый тип – рекреационный, что соответствует высокому уровню экономического развития семьи, при котором основное назначение земельного участка – организация отдыха. В то же время на части участка могут размещаться садово-огородная зона, включая теплицу, грядки овощных культур, фруктовые деревья, кустарники-ягодники, обработку которого, как и уход за усадьбой может возлагаться не на членов семьи, а на наемную службу.

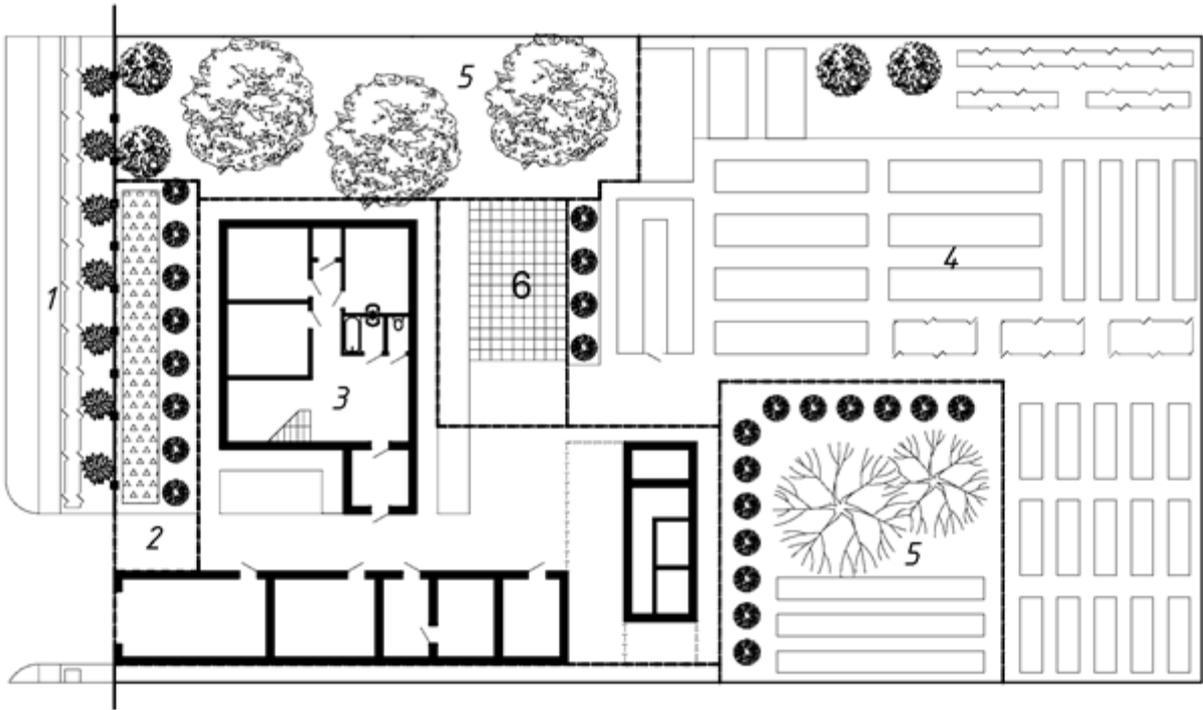


Рис. 1. Аграрный тип усадьбы

1 – Предусадебная зона, 2 – Входная зона, 3 – Зона размещения жилого дома и хозяйственно-бытовых построек, 4 – Зона огородных культур, 5 – Зона плодово-ягодных культур, 6 – Рекреационная зона

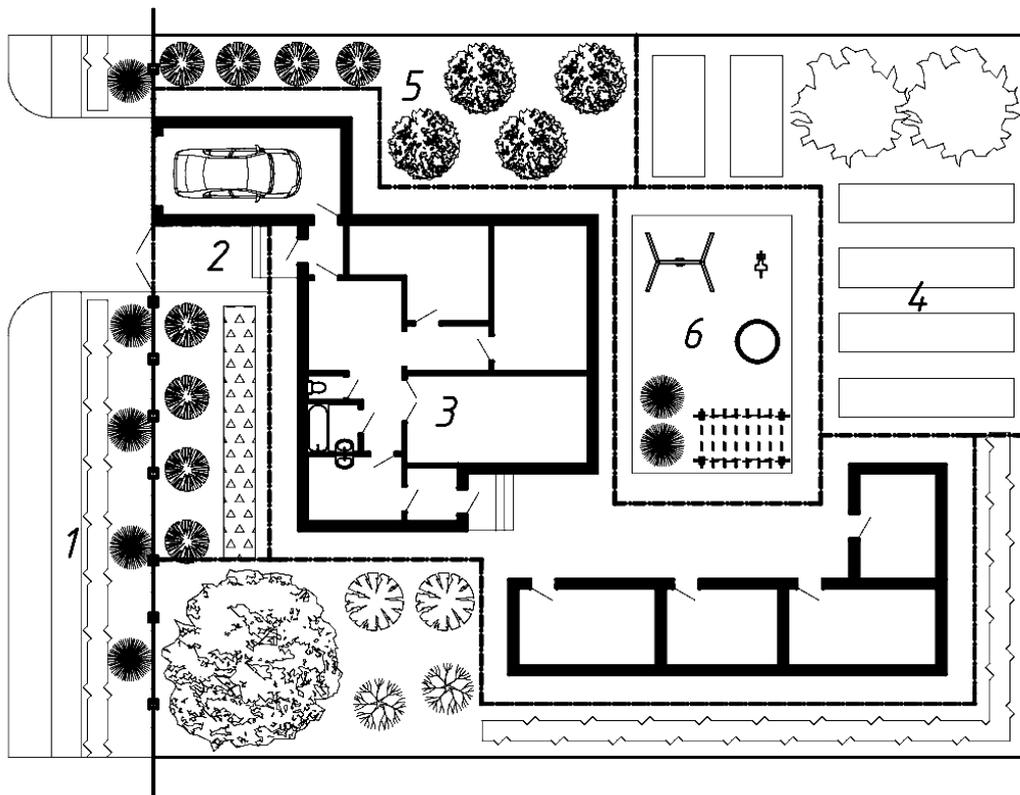


Рис. 2. Аграрно-рекреационная усадьба

1 – Предусадебная зона, 2 – Входная зона, 3 – Зона размещения жилого дома и хозяйственно-бытовых построек, 4 – Зона огородных культур, 5 – Зона плодово-ягодных культур, 6 – Рекреационная зона

Особо можно отметить еще пятый тип усадьбы, которая характеризуется усадьбы с широким набором видов элементов обслуживания, которые оказывают влияние на функциональное зонирование усадьбы и функциональные зоны.

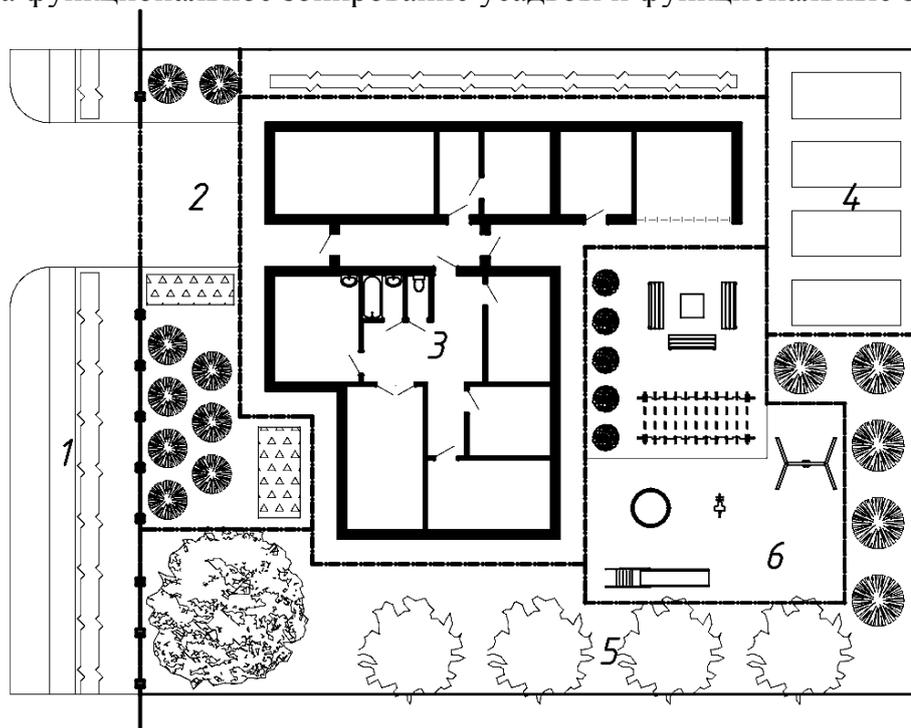


Рис. 3. Рекреационно-аграрная усадьба

1 – Предусадебная зона, 2 – Входная зона, 3 – Зона размещения жилого дома и хозяйственно-бытовых построек, 4 – Зона огородных культур, 5 – Зона плодово-ягодных культур, 6 – Рекреационная зона

Особенностью проектирования усадьбы является территориальная организация не только усадьбы в ее границах, но и прилегающей территории со стороны улицы. Эта территория закрепляется за индивидуальным застройщиком, в обязанности которого входит благоустройство и содержание ее в хорошем состоянии. Индивидуальный застройщик заинтересован также в высоком уровне благоустройства этой территории, так как она влияет на рыночную стоимость не только усадьбы, но и прилегающих усадеб.

Это территория предусадебной зон со стороны улицы или проезда, которая должна увязываться с соседними усадьбами, подчеркивая стилевое единство планировочного решения. Внешнее ограждение усадьбы в этой зоне может быть как сплошное, глухое, так и ажурное. Здесь может размещаться тротуар, площадка для стоянки одной, двух автомашин. В случае усадьбы с элементами культурно-бытового обслуживания, здесь размещаются стоянка для автомашин клиентов и хозяина. Здесь рекомендуется посадка декоративных и хвойных деревьев и кустарников, а также цветники в зависимости от климатической зоны. Площадь этой зоны зависит от протяженности усадьбы со стороны улицы, общей ширины улицы, ширины проезжей, а также места усадьбы в квартале. Так при угловом размещении усадьбы эта зона по площади в два-три раза может быть больше чем у других усадеб.



Рис. 4. Предусадебная зона

Входная зона – это территория входа и въезда на усадьбу, фасадная часть усадьбы, обращенная к улице, где могут размещаться хвойные и декоративные деревья, кустарники, цветники, которые встречают жителей усадьбы и посетителей в усадьбах с обслуживанием, гостей. При размещении гаража на уровне жилого дома или заглублено здесь размещается площадка для стоянки или проезда в гараж автомашин и дорожка-вход в жилой дом.

Зона застройки или размещения жилого дома и хозяйственно-бытовых построек зависит от типа усадьбы по использованию участка, объемно-планировочного решения усадьбы, наличия и различной развитости личного подсобного хозяйства, наличия домашних животных и степени блокировки строений с жилым домом и между собой, состава и размера этих построек. Она может размещаться параллельно жилому дому с выходом в глубину усадьбы или формироваться в виде замкнутого или полузамкнутого двора. Наиболее целесообразными следует считать застройку сблокированными жилым домом и хозяйственно-бытовыми постройками, что существенно сокращает затраты на строительство усадьбы и времени на бытовые процессы.

Рекреационная зона или зона отдыха должна предусматриваться во всех типах планировки усадьбы. В зависимости от демографического и количественного состава семьи предусматривается площадка для детей и отдельно для взрослых. Она может быть в виде небольшой площадки в аграрном типе, а также занимать большую часть территории усадьбы в рекреационном типе использования. В последнем случае это целый комплекс размещаемый, как правило, за жилым домом включающий участки декоративных деревьев и кустарников, искусственный водоем, беседки, навесы и др. Здесь же могут предусматриваться спортивные сооружения. На детской площадке предусматривается песочница, качели, карусель, садовая скамейка и другие малые архитектурные формы. Основным принципом при размещении этой зоны является принцип внешней изоляции, который предусматривает закрытость этой зоны от соседей и прохожих в летний период.

В эту зону будет входить не только площадки для отдыха детей и взрослых, но и целые участки усадьбы, включающие декоративные деревья и кустарники, цветочные растения водные пространства, беседки, небольшие уютные уголки сада, сформированные по законам планировки декоративного сада как отдельной планировочной единицы в соответствии с ландшафтной архитектурой [5].

Зона огородных культур включает участок размещения грядок для выращивания ягод клубники, земляники, овощных культур, в том числе закрытого грунта, картофеля. Эта зона должна размещаться с учетом освещенности участка и не затеняться строениями и деревьями, находящимися как на усадьбе, так и на соседних участках. От этого будет зависеть урожайность культур, что особенно важно для аграрного и аграрно-рекреационного типа усадьбы. Эта зона может быть как компактной, так и размещаться на нескольких участках усадьбы. При этом следует учитывать трудоемкость функциональных зон и отдельных участков. Так теплица, грядки, требующие постоянного ухода, следует размещать ближе к жилому дому, в то время как участок под картофель в аграрных усадьбах занимает, как правило, более отдаленную часть участка.

Зона плодово-ягодных насаждений или зона сада может занимать как конкретный компактный участок, так и размещаться в нескольких местах на усадьбе. Одновременно плодовые деревья и кустарники выполняют визуально-защитную роль на участке и граничит с соседними усадьбами.

Для усадеб с функциями обслуживания выделяется зона обслуживания, размер которой непосредственно зависит от вида обслуживания. Так, для функций детского сада на дому необходима групповая площадка в зависимости от количества детей и их возраста в соответствии с нормами проектирования детских садов. При наличии кафе в летний период вместимость может быть увеличена за счет размещения столиков непосредственно на открытом воздухе или на веранде. Следует отметить, что по этому вопросу необходимы дополнительные исследования и соответствующие научно обоснованные рекомендации.

Площади функциональных зон усадьбы зависит от многих факторов, таких как тип усадьбы по использованию земельного участка, размера участка, и его параметров, местоположения в квартале и планировочной структуре, природно-климатических условий региона, социально-экономических показателей семьи и ее индивидуальных особенностей, национальных традиций. Создать комфортные условия проживания на усадьбе можно только при рациональном размещении функциональных зон с учетом всех факторов, оказывающих влияние на планировку как усадьбы в целом, так и отдельных функциональных зон.

Планировка территории современной усадьбы и ее функциональные зоны имеют особенность изменять внешний вид во времени, не только на период освоения участка, но и в течение года, что необходимо учитывать, как при проектировании, так и при реализации проекта. В конечном итоге от рационально разработанного и реализованного проекта планировки усадьбы зависят архитектурная выразительность усадьбы, эксплуатационные затраты, в том числе затраты времени по уходу за отдельными функциональными зонами и в целом комфортность среды жизнедеятельности конкретной семьи.

Список литературы

1. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП2.07.01-89. Издание официальное.
2. Козачун Г.У., Капкина Т.Б. Факторы планировки современной усадьбы. В сборнике: Современные тенденции развития науки и технологий // Сборник научных тру-

дов по материалам Международной научно-практической конференции. В 5-ти частях. Под общей редакцией Ж.А. Шаповал. 2017. С. 152-157.

3. СП 30-102-99 Планировка и застройка территорий малоэтажного жилищного строительства. Изд. официальное. Госстрой России, ЦНИИЭП Гражданстрой, ГУП ЦПП.

4. Козачун Г.У., Легчилина Е.Ю. Личное подсобное хозяйство и предпринимательство. – Омск: ООО «Издательско-полиграфический центр «Сфера»», 2008. – 208 с.

5. Тим Ньюбери. Все о планировке сада. Перевод с английского И.Г. Колосковой и О.И. Романовой. Русское издание, Издательство «Кладезь-Букс», 2007, 256 с.

РЕШЕНИЕ ВОПРОСА ПО ОГРАНИЧЕНИЮ ПЕРЕДАВАЕМОГО КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА ТЕРМОПАТРОНОМ ФРЕЗЕ

Леонович Д.С.

магистрант, Иркутский национальный исследовательский технический университет,
Россия, г. Иркутск

Предмет настоящей статьи – решение вопроса по ограничению передаваемого крутящего момента термопатроном. Вспомогательная оснастка – неотъемлемая часть производственного процесса, требующая конструкторского подхода для поддержания производства на современном уровне.

Ключевые слова: термопатрон, вспомогательная оснастка, крутящий момент.

С повышением точности продукции, изготавливаемой промышленностью, производство выдвигает жесткие требования к точности закрепления инструмента, что приводит к тому, что для осевых конструкций инструмента преобладает цилиндрический хвостовик. Хвостовики с конусами Морзе, СК, NC, MAS-BT и HSK для фрез применяются очень редко, только для инструментов больших диаметров и для особо тяжелых условий работы. Хвостовики HSK, CR, NC, MAS-BT нашли наиболее широкое применение в конструкциях вспомогательного инструмента (шпиндельной оснастки). Так же одним из требований для обработки труднообрабатываемых материалов является биение не более 10 мкм, а для алюминия от 3 до 10 мкм. Эти требования обуславливают необходимость вводить требования по балансировке инструмента для понижения биения [3].

Неотъемлемой частью современного машиностроительного производства является фрезерное оборудование, которое функционирует с использованием вспомогательного инструмента и оснастки, в том числе патроны для зажима инструмента

Вспомогательный инструмент (шпиндельная оснастка) для многоцелевых станков должен отвечать следующим требованиям.

- обеспечивать точное и надежное закрепление в шпинделе станка или в револьверной головке;
- обеспечивать точное и надежное закрепление инструмента;
- сохранять точность в течение всего срока службы;
- иметь высокую виброустойчивость;
- быть динамически отбалансированным в зависимости от допускаемой частоты вращения или иметь конструктивные элементы для балансировки [2].

С этой точки зрения наиболее эффективны термопатроны и патроны использующие упругие деформации, сочетающий в себе высочайшую точность базирова-

ния режущего инструмента, при исключительно высокой жесткости системы "режущий инструмент – шпиндель станка". Изменение исполнительных размеров при прочих равных условиях приводит к увеличению контактных нагрузок и следовательно к росту передаваемого крутящего момента [3].

В исходном (холодном) состоянии диаметр посадочного отверстия термопатрона меньше диаметра хвостовика режущего инструмента на несколько микрон. В результате нагрева посадочное отверстие термопатрона увеличивается, и хвостовик режущего инструмента свободно входит в патрон. После остывания термопатрона посадочное отверстие стремится восстановить свой первоначальный размер, тем самым обеспечивается надежное беззазорное соединение с натягом.

В настоящее время широко распространена классическая конструкция термопатрона для стандартной фрезы с цилиндрическим хвостовиком (рисунок 1).

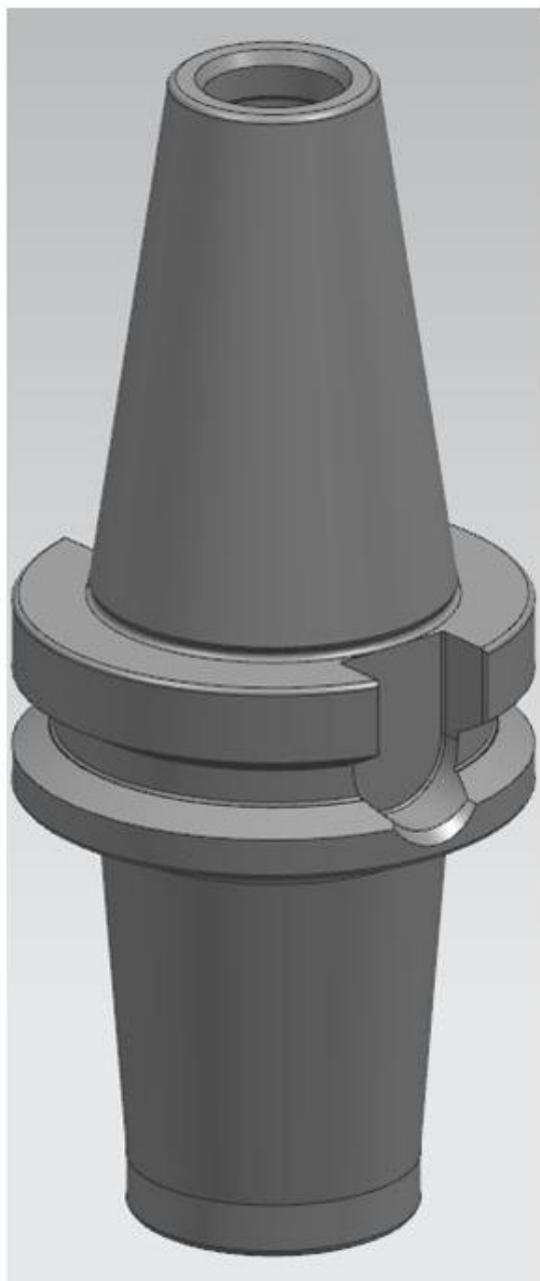


Рис. 1. Термопатрон классической конструкции с конусом MAS BT

Недостатком классической конструкции термопатрона является ограничение по передаваемому крутящему моменту, которое зависит от образуемого в соединении натяга, что не позволяет реализовывать всех возможностей станков и ограничивает область применения до чистовой обработки.

Для увеличения работоспособности термопатрона возможно введение дополнительной фиксации тремя радиальными штифтами с реализацией ответных трёхзаходных канавок под углом 130° на хвостовике фрезы (рисунок 2, 3). В этом случае точностные характеристики сохраняются, а крутящий момент передаётся штифтовым механизмом.

Используя штифтовой механизм ограничение по передаваемому моменту будет зависеть лишь от свойств металла до значений среза/смятия, а также диаметра штифтов, в результате чего станет возможным достижение предельных значений крутящего момента станка при фрезе при фрезеровании деталей с помощью термопатрона.

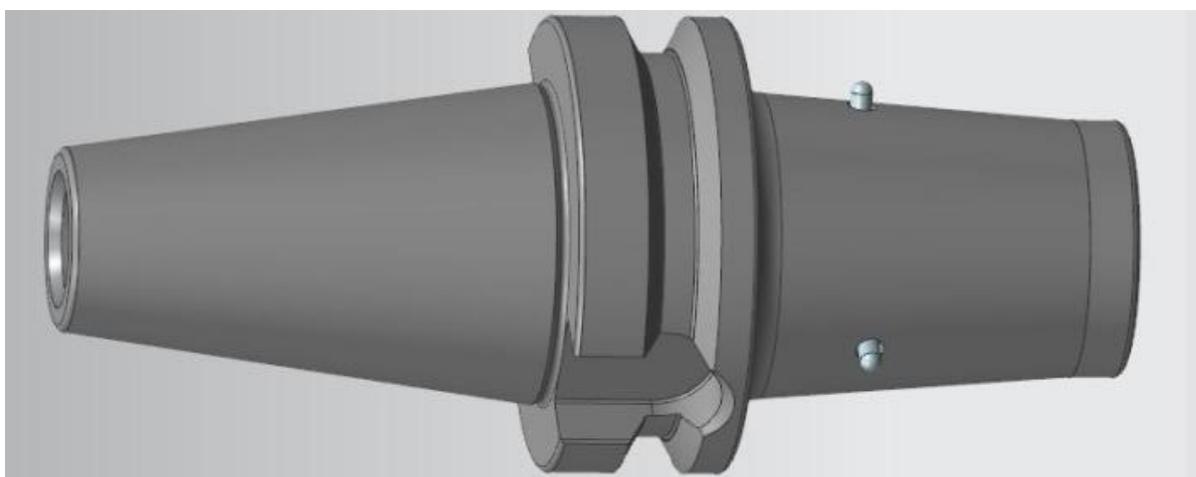


Рис. 2. Конструкция термопатрона со штифтами
(примечание: штифты изображены недозапрессованными)

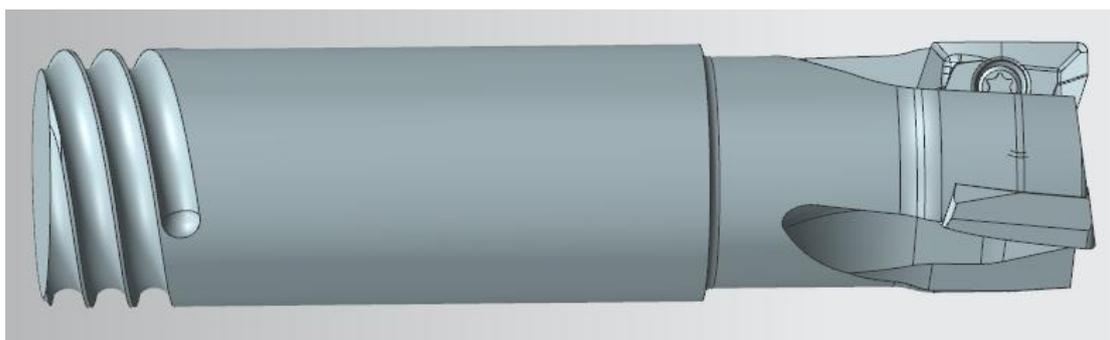


Рис. 3. Фреза с цилиндрическим хвостовиком и тремя винтовыми канавками

Список литературы

1. Посадки с натягом в машиностроении: справочное пособие/ Е. И. Берникер. – Ленинград: Изд-во «Машиностроение», 1966. – 168 с.
2. Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2015 – 368 с.: ил.
3. Балла О.М. Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология // Санкт-Петербург, 2015.
4. Яценко О.В., Карлина Ю.И., Карлина А.И. Автоматизация учета движения производственных ресурсов и объемно-календарное планирование // Авиамашинострое-

ние и транспорт Сибири. Сборник статей IX Всероссийской научно-практической конференции. ИРНТУ; Редакционная коллегия: Бобарика И.О. (ответственный редактор); Лыткина А.А. 2017. С. 287-291.

5. Карлина Ю.И., Яценко О.В. Выбор базовой САД-системы предприятия для создания цифрового макета изделия // Авиамашиностроение и транспорт Сибири Сборник статей VII Всероссийской научно-практической конференции. 2016. С. 48-52.

6. Лившиц А.В., Филиппенко Н.Г., Каргапольцев С.К. Высокочастотная обработка полимерных материалов. организация систем управления. Иркутск, 2013.

7. Карлина Ю.И., Яценко О.В. PDM-система как основа информационной интегрированной среды предприятия // Авиамашиностроение и транспорт Сибири Сборник статей VII Всероссийской научно-практической конференции. 2016. С. 45-48.

8. Карлина Ю.И., Говорков А.С. Конструктивно-технологические характеристики номенклатуры выпускаемых изделий при автоматизации процессов подготовки производства и выбор базовой САД-системы предприятия для создания цифрового макета изделия // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2016. № 3 (51). С. 49-55.

9. Govorkov A.S. Technique of designing of the product of aviation technics with maintenance of the set criteria of adaptability to manufacture // Journal of International Scientific Publications: Materials, Methods & Technologies. 2011. Т. 5. № 3. С. 156-161.

К ВОПРОСУ ОРГАНИЗАЦИИ ЦИРКУЛЯЦИИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ С НЕЗАВИСИМЫМ ПРИСОЕДИНЕНИЕМ АБОНЕНТОВ К ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

Макаров Р.А.

магистрант, Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва,
Россия, г. Саранск

Макеев А.Н.

доцент кафедры теплоэнергетических систем, канд. техн. наук,
Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва,
Россия, г. Саранск

В статье рассматривается вопрос организации циркуляции теплоносителя в системах теплоснабжения с независимым присоединением к тепловой сети. Анализируются известные схемные решения на предмет наибольшей энергетической эффективности. На основании результатов анализа даются рекомендации для практического применения.

Ключевые слова: тепловая сеть, система теплоснабжения, независимая схема, энергоэффективность, интенсивность теплообмена, трансформация располагаемого напора, импульсная циркуляция теплоносителя.

Независимое присоединение систем теплоснабжения к тепловой сети используется в тех случаях, когда тепловой режим и гидравлический режим работы тепловой сети и присоединенных абонентов не совпадают. При этом гидравлическая развязка контуров осуществляется при помощи теплообменника, в котором греющая и нагреваемая среды имеют возможность теплообмена через разделяющую их стенку. Для обеспечения движения нагреваемого теплоносителя в контуре теплоснабжения применяются гравитационная циркуляция, а также дополнительные средства и методы, которые более подробно рассмотрены ниже.

Известна система отопления [8], которая содержит разводящие материалы сетевой воды, местный тепловой пункт, подающий и обратный трубопроводы, сообщенные соответственно с вертикальными подающими и обратными стояками, к которым подключены поэтажные ветки с отопительными приборами (рис. 1а, 1б).

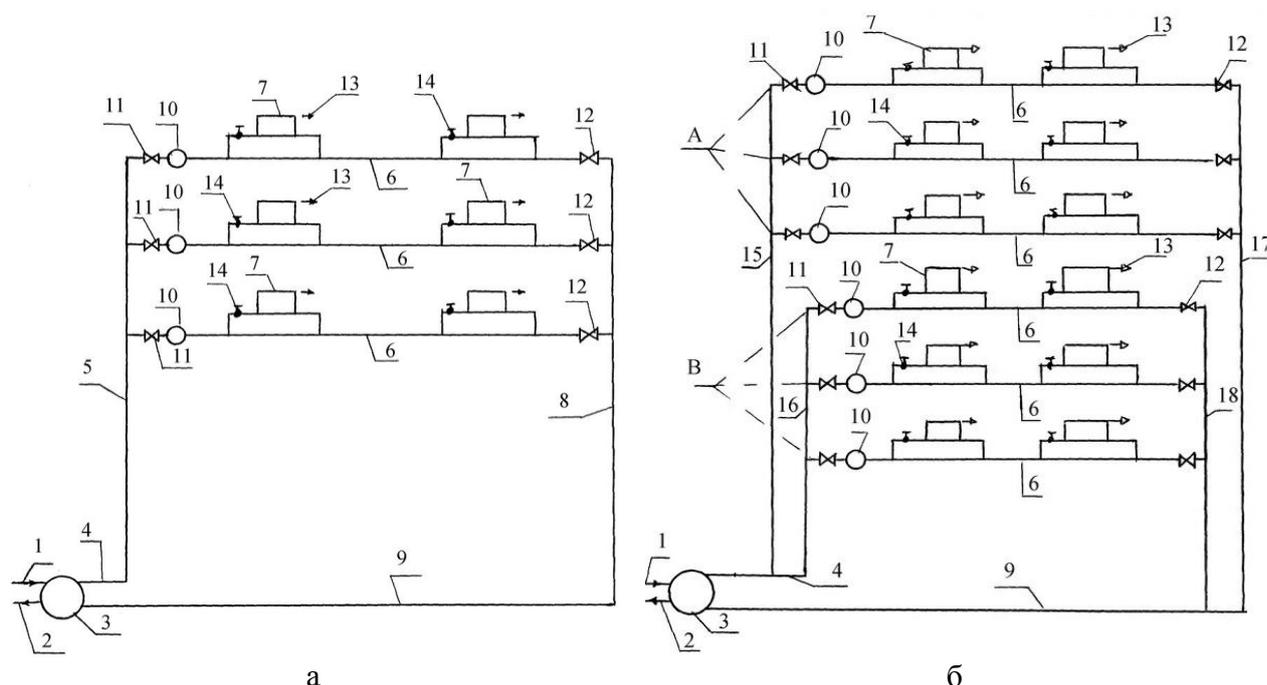


Рис. 1. Схема независимой системы отопления здания:

1, 2 – сетевой подающий и обратный трубопровод, 3 – тепловой пункт, 4, 9 – подающий и обратный трубопровод, 5, 15, 16, 8, 17, 18 – подающий и обратный стояк, 7 – отопительный прибор, 6 – поэтажная ветка, 10 – квартирный тепловой пункт, 11, 12 – запорный вентиль, 13 – воздушный кран, 14 – регулировочный кран

В эту систему входят квартирные тепловые пункты, установленные на поэтажных ветках, каждая из которых ограничена одной квартирой и соединена, соответственно, с вертикальными подающим и обратным стояками, размещенными в этой квартире и выполненными в многоэтажных зданиях в виде группы подающих и обратных стояков, объединяющих по высоте здания квартирные поэтажные ветки в блоки, каждый из которых сообщен посредством индивидуальных стояков с подающим и обратным трубопроводами.

Недостатками представленной системы отопления является относительно низкий коэффициент теплопередачи теплоносителя к отопительным приборам, малая эффективность гравитационной циркуляции, а также склонность теплообменника к зашламлению.

Известна система отопления [9], содержащая подающий и обратный стояки с нагревательными приборами и теплообменник, соединенный с тепловой сетью, перед теплообменником по ходу сетевой воды установлен напорный преобразователь, преобразующий напор сетевой воды в напор воды отопительного контура. Такая конструкция системы водяного отопления позволяет выполнять ее более протяженной, интенсифицировать движение воды в системе отопления и, тем самым, работу нагревательных приборов.

Однако, она не лишена недостатков. Среди таковых следует отметить относительную сложность реализации технического решения, низкую эффективность обеспечения циркуляции нагреваемого теплоносителя в высотных зданиях, а также

тот факт, что в системе теплоснабжения невозможно обеспечить располагаемый напор выше, чем в тепловой сети.

Наиболее технологичным решением является система водяного отопления, где предусматривается поэтажное разделение на технические этажи [10]. Но и этой системе также присущи свои недостатки. Среди них – необходимость использования для каждой технической зоны отопления отдельного циркуляционного насоса, что в свою очередь, ведет к повышенным материальным и энергетическим затратам и снижению надежности функционирования системы. Также следует отметить относительно низкий коэффициент теплопередачи теплоносителя к отопительным приборам.

Заслуживают внимания технические решения по организации системы отопления с разделением на технические этажи, в которых необходимость использования отдельных насосов для каждой зоны отпадает [7], а процесс отдачи тепла от теплоносителя к отопительным приборам идет в интенсифицированном режиме. Особенностью названного варианта исполнения системы отопления является импульсный режим течения теплоносителя [2], который реализуется специальным преобразователем потока (ударным узлом) [6].

Техническое решение представлено на (рис. 2). Система отопления здания с разделением на технические этажи при независимой схеме присоединения к тепловой сети работает следующим образом.

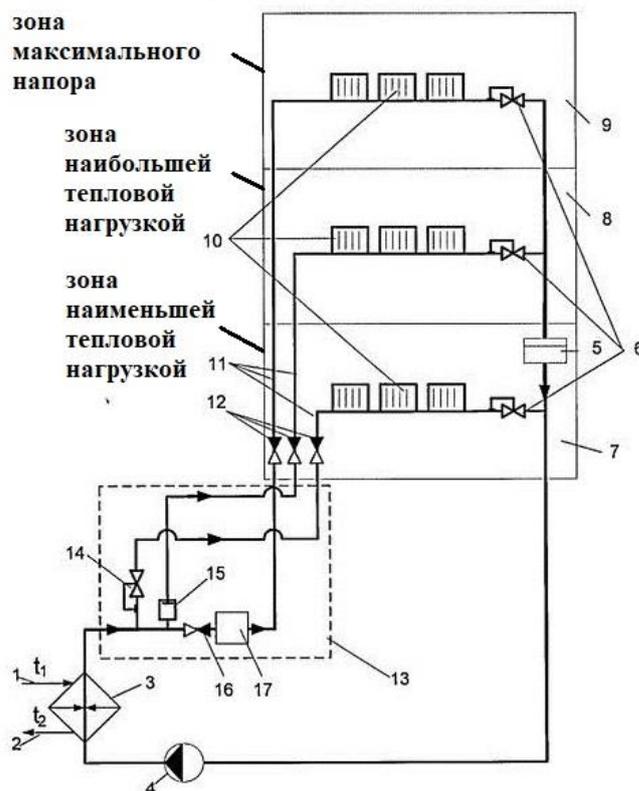


Рис. 2. Схема независимой системы отопления здания с гидродинамическим водоподъемным устройством

При включении в работу циркуляционного насоса 4 на участке перед гидродинамическим водоподъемным устройством 13 создается избыточный напор и поддерживается постоянным во времени за счет регулятора расхода «до себя» 14 в любом состоянии ударного узла 15. Проходное сечение ударного узла 15 при этом закрыто, циркуляция теплоносителя по разводящим трубопроводам 11 через зону

максимальной тепловой нагрузки 8 и зону максимального располагаемого напора 9 отсутствует, а в зоне наименьшей тепловой нагрузки 7 расход теплоносителя достигает своего максимального значения. Изначально принудительно открывая проходное сечение ударного узла 15 (управляющий механизм на схеме не указан), теплоноситель начинает поступать в зону максимальной тепловой нагрузки здания 8 с нарастающей скоростью через ударный узел 15, а при достижении её определенного значения он, автоматически закрывается и возникнет гидравлический удар. Прямая волна гидроудара начнет обеспечивать накачку теплоносителя в демпфер 17 через обратный клапан 16. В момент, когда проходное сечение ударного узла 15 полностью открыто циркуляция теплоносителя в зоне наименьшей тепловой нагрузки 7 достигает своего минимального значения. Частично во время и после накачки демпфер 17, возвращаясь в свое исходное состояние, обеспечит пульсирующую подачу теплоносителя в зону системы отопления максимального располагаемого напора 9 при рабочем давлении сверх давления, создаваемого циркуляционным насосом 4. В момент, когда ударный клапан 15 полностью закрыт, подача теплоносителя в зону максимальной тепловой нагрузки 8 полностью прекращается, чем в последствии, реализуется пульсирующий режим течения теплоносителя.

После того, как положительной волна гидравлического удара полностью израсходует свою энергию, под действием отрицательной волны проходное сечение ударного узла 15 гидродинамического водоподъемного устройства 13 автоматически откроется и процесс работы гидродинамического водоподъемного устройства вновь повторится в описанной выше последовательности. Как только циркуляция теплоносителя в каждой отдельной зоне выйдет на стационарный режим, включают подачу высокотемпературного теплоносителя из тепловой сети по подающему трубопроводу 1 через теплообменник 3 в обратный трубопровод 2 сетевой воды. Балансировка зон данной системы отопления 7, 8, 9 производится путем регулировки характеристик демпфера 17 и регулятора давления «до себя» 14.

Для температурных компенсаций теплоносителя и для подпитки системы отопления используется расширительный бак 5, регуляторы расхода «до себя» 6 препятствуют опорожнению системы отопления в результате действия гравитационных сил, а обратные клапана 12, установленные на входе каждой зоны системы отопления 7, 8, 9 организуют ток теплоносителя по разводящим трубопроводам 11 только в направлении от гидродинамического водоподъемного устройства 13 к отопительным приборам 10.

Также стоит отметить техническое решение, в котором для обеспечения циркуляции теплоносителя в нагреваемом контуре используется только располагаемый напор тепловой сети [4, 5], а циркуляция греющего и нагреваемого теплоносителей в теплообменнике осуществляется импульсно [3]. В указанном случае не только интенсифицируется процесс теплообмена, но и достигается эффект самоочистки теплообменника [1].

На основании результатов вышеприведенного анализа можно заключить, что способ организации теплоносителя в системе теплоснабжения с импульсной циркуляцией теплоносителя характеризуется наибольшими показателями энергетической эффективности. Сюда можно отнести не только интенсификацию теплообмена в теплоэнергетических устройствах, но и относительно высокий ресурс теплообменника, который работает в режиме самоочистки поверхности теплообмена. Стоит отметить, что для повышения надежности таких систем следует предусмотреть установку резервного циркуляционного насоса в системе теплоснабжения.

Список литературы

1. Левцев А. П. Импульсные системы тепло- и водоснабжения: монография / А. П. Левцев, А. Н. Макеев; под общ. ред. д-ра техн. наук проф. А. П. Левцева. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2015. – 172 с.
2. Макеев А. Н. Импульсная система теплоснабжения общественного здания: дис. ... канд. техн. наук. Саранск, 2010. 156 с.
3. Макеев А. Н. Тепловые пункты систем теплоснабжения с импульсной циркуляцией теплоносителя / А. Н. Макеев // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2017; № 1 (44), С 37-47, DOI : 10.21822 / 2073 – 6185 – 2017 – 44 – 1 – 37-47.
4. Пат. на изобретение РФ № 2423650, МПК F24D 3/00 Способ теплоснабжения / Макеев А. Н., Левцев А. П.; заявители и патентообладатели А. Н. Макеев, А. П. Левцев. – № 2010112729/03 ; заявл. 01.04.2010 ; опубл. 10.07.2011, Бюл. № 19.
5. Пат. на изобретение РФ № 2543465, МПК F24D 3/00 Тепловой пункт / Левцев А. П., Макеев А. Н., Макеев С. Н., Храмов С. И., Нарватов Я. А.; заявитель и патентообладатель А. П. Левцев, А. Н. Макеев, С. Н. Макеев. – № 2013137717/12 ; заявл. 12.08.2013 ; опубл. 27.02.2015, Бюл. № 6.
6. Пат. на полезную модель РФ № 113546, МПК F15B 21/12 Ударный узел для гидравлического устройства (варианты) / Левцев А. П., Макеев А. Н., Зюзин А. М.; заявитель и патентообладатель НОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО». – № 2011141604/06 ; заявл. 13.10.2011 ; опубл. 20.02.2012, Бюл. № 5.
7. Пат. на полезную модель РФ № 88104, МПК F24D3/02 Система отопления (варианты) / Макеев А. Н., Левцев А. П., Лазарев А. А.; заявители и патентообладатели А. Н. Макеев, А. П. Левцев, А. А. Лазарев. – № 2009126711/22 ; заявл. 13.07.2009 ; опубл. 27.10.2009, Бюл. № 30.
8. Пат. РФ № 2148755, МПК F24D3/02 Система отопления, преимущественно многоэтажных зданий / Новосельцев Б.П., Ходырев В.Ф., Шафеева Е.Б.; заявитель и патентообладатель Воронежская государственная архитектурно-строительная академия, ЗАО "Воронежское монтажное управление-2"; заявл. 23.11.1998; опубл. 10.05.2000.
9. Пат. РФ № 2151344, МПК F24D3/00 Система водяного отопления / Чумаченко А.Д.; заявитель и патентообладатель Брянская государственная инженерно-технологическая академия; заявл. 04.12.1998; опубл. 20.06.2000.
10. Сканава А. Я., Махов Л. М. Отопление: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Строительство». М.: 2002. 576 с.

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПассажиРОВ

Осадчая Ю.О.

магистрант кафедры «Организация перевозок и дорожного движения»,
Донской государственной технической университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Проскурина О.В.

ассистент кафедры «Организация перевозок и дорожного движения»,
Донской государственной технической университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье анализируется обслуживание пассажиров городского транспорта на примере Российской Федерации и зарубежного опыта. Выявлены актуальные для пассажиров показатели качества. Рассмотрены глобальные проблемы общественного транспорта.

Ключевые слова: показатели качества, обслуживание пассажиров, пассажирский транспорт, оценка качества, автотранспорт.

Общие требования к показателям качества обслуживания пассажиров включают отражение реальных интересов пассажиров и востребованность перевозок, зависимость от состояния и уровня организации перевозок, независимость показателей друг от друга.

Под оценкой качества понимают сравнение фактического уровня показателей с нормативными, выявление расхождений и установление их причин. На основе оценки отдельных показателей формируется комплексная оценка качества. Оценка качества используется для управления качеством и развития транспортной системы [2, с. 137].

К водителям пассажирского автотранспорта предъявляются требования, которые прописаны в уставе автотранспорта России, по правилам перевозки пассажиров и багажа. Водители должны обладать профессиональными знаниями и умениями, а также соблюдать правила перевозки пассажиров и дорожного движения.

Очень важно следить за развитием инфраструктуры городов, населенных пунктов, так как с появлением новых объектов тяготения (торговых центров, развлекательных центров, театров, стадионов, новых жилых районов и др.) появляются новые потребности в передвижении граждан. Важным аспектом в процессе обслуживания пассажиров является уровень подготовленности водительского состава.

Качественное обслуживание пассажиров во многом зависит от ряда показателей: доступность (доступные тарифы на проезд, информативность и т.д.); результативность (экономия времени при поездке, экономия сил пассажиров при поездке); надежность (регулярность сообщения, гарантированность обслуживания, безопасность поездки); удобство использования (наполнение автобуса пассажирами, комфортабельность использования). Данные показатели объединяют в один комплексный показатель, который показывает, в какой мере удовлетворены пассажиры и стоит ли проводить ряд мероприятий для повышения уровня обслуживания пассажиров.

Оценка качества проводится методами на основе анализа официальной статистики, расчетов и результатов обследования пассажиропотоков, автоматизированного обследования с помощью фотоэлементов и весовой нагрузки на ступеньки транспортного средства, анкетирования, социальных опросов на улицах города, программного обеспечения. Для достоверности показателей пассажиры должны принимать активное участие в процессе оценки транспортных услуг. Это необходимо для того, чтобы вносимые предложения участниками можно было рассматривать как требования к качеству транспортного обслуживания пассажиров.

Городской и пригородный автотранспорт представляет для РФ основную часть общественного транспорта, от эффективности которого в нынешних непростых условиях во многом зависит экономическо-социальное качество жизни населения.

Глобальной проблемой муниципального общественного транспорта страны является износ подвижного состава. Средств городского бюджета не хватает на ремонт, так как большая часть средств уходит на компенсацию льготных категорий населения.

В России доля транспорта общего пользования в обеспечении транспортной подвижности населения достигает 85%, тогда как в США соответствующий показатель составляет около 3%, в странах Западной Европы в среднем – 20%.

В случае необходимости повысить уровень транспортного обслуживания пассажиров требуется проведение ряда мероприятий: выделение обособленных по-

лос движения для общественного транспорта; ограничение движения и стоянки для иных участников движения на маршруте; ограждение проезжей части от тротуаров и прочие.

При проведении ряда вышеперечисленных мероприятий можно оценить эффективность использования пассажирского транспорта: повышение скорости движения, повышение уровня безопасности упорядочение дорожного движения, улучшение экологической обстановки, сокращение времени холостого хода.

По инициативе ФАС (Федеральная антимонопольная служба) России в Транспортную стратегию Российской Федерации до 2020 года были включены положения, о том, что реформа государственного пассажирского транспорта должна быть направлена на создание экономически эффективной и доступной для большинства слоев населения системы городского и пригородного пассажирского транспорта.

Данная стратегия рассматривает применение административно-правовых и экономических решений, ограничивающих использование личных автомобилей, а также архитектурно-планировочные мероприятия для повышения пропускной способности улично-дорожной сети и улучшение условий для функционирования общественного транспорта, в том числе такси и скоростного внеуличного транспорта. Все пути, решения проблем качества транспортного обслуживания пассажиров, являются эффективными лишь при комплексном рассмотрении вопроса.

Рассматривая опыт зарубежных стран таких как: Франция, Германия, Испания и Великобритания можно сделать вывод о том, что в России неустойчиво функционирует система управления пассажирским общественным транспортом. В городе Лионе была построена одна из лучших транспортных систем во Франции, которая называется SYTRAL, что означает система управления общественным транспортом. Роль этой системы заключается в развитии транспортной системы Франции. Она обслуживает транспортную инфраструктуру, определяет стандарты безопасности, доступности, регулярности, а также позволяет адаптировать единую ценовую политику.

В Лионе обслуживание города осуществляется при помощи: 4 линий метро, 5 трамвайных линий, 134 автобусных маршрутов, 8 троллейбусных маршрутов, 2 фуникулеров, 4 ночных автобусных маршрутов и 1 специального сервисного маршрута для лиц, с ограниченными возможностями.

Данная сеть использует как обычный подвижной состав, так и специализированный. Например, оптибус – автобус для инвалидов, требующий специального вызова, а также Рон-Экспресс – шаттл, который движется между центром города и аэропортом.

При формировании городской пассажирской сети г. Леона была принято решение использовать электрический транспорт – метро, трамваи, троллейбусы. 74 % всех транспортных линий были электрифицированы, из них 30% внутри города. Подобное решение, прежде всего, было связано с минимизацией последствий от загрязнения окружающей среды. Выбросы, приходящиеся на электротранспорт, составляют всего 3 процента от общего ущерба экологии городу при эксплуатации общественного транспорта. Была построена и развита пригородная транспортная система, позволяющая людям оставлять автомобиль за пределами города и двигаться по городу на общественном транспорте. Что привело к увеличению процента пользователей общественного транспорта с 13% до 20%.

Данная система имеет существенное преимущество и состоит в том, что люди могут использовать «единый билет» для различных маршрутов и беспрепятственно пересаживаться с одного вида транспорта на другой.

Для этой системы составляются шестилетние планы по развитию, которые рассчитаны на повышение уровня технических возможностей и привлекательности общественного транспорта [1, с. 4].

В результате проведенного анализа подтверждается наличие острых проблем повышения качества перевозок пассажиров. В настоящее время эти проблемы не решены и к ним относятся: использование устаревшего подвижного состава пассажирского автомобильного транспорта, большая доля используемого транспорта малой вместимости, недостаточное развитие улично-дорожной сети и уровень пропускной способности ниже уровня автомобилизации, наличие противоречий между участниками и организаторами перевозок, низкое качество предоставления услуг пассажирам, нарушение требований безопасности транспортного процесса, негативное влияние транспортного процесса на окружающую среду.

Список литературы

1. Ривалта Б. Международный опыт управления и обеспечения качества услуг общественного транспорта // Сборник выступлений конференции «Показатели безопасности и качества услуг общественного пассажирского транспорта: методы стандартизации и их использование в процедурах организации пассажирских перевозок автомобильным и городским наземным электрическим транспортом». Ростов-на-Дону, 2016. – 4 с.

2. Беляев В. М. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения. Учебное пособие / В.М. Беляев. – М.: МАДИ, 2014. – 204 с.

АЛГОРИТМ НАГРЕВА МАТЕРИАЛОВ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕЧИ

Портянкин А.А.

аспирант кафедры автоматизации производственных процессов в металлургии, Институт цветных металлов и материаловедения, Сибирский федеральный университет, Россия, г. Красноярск

Одним из актуальных направлений совершенствования технологического режима нагрева металла является внедрение современных АСУТП печей, что в свою очередь требует использования алгоритмов управления, которые могут обеспечить энергосбережение и заданный температурный режим. Такие алгоритмы для правильного прогнозирования должны использовать математические модели процессов. В статье предложен алгоритм управления на основе математической модели нагрева материалов в печи скоростного конвективного нагрева. Модель основана на обыкновенных дифференциальных уравнениях, и позволяет при работе в составе АСУТП рассчитывать скорости и режимы нагревов, оценивать равномерности нагревов слитков для предоставления этих данных оператору или для автоматического принятия решения об изменении подводимой мощности или изменении времени нагрева.

Ключевые слова: конвективный нагрев, моделирование нагрева материалов, АСУТП печей.

Математический аппарат

Расчет работы печи и нагрева материалов может состоять из нескольких блоков:

- расчет изменения температуры греющей среды в зависимости от изменения мощности в печи,
- расчет изменения мощности, расчет теплотеря футеровкой печи,
- расчет нагрева материалов,
- выделение или поглощение тепла при сопутствующих реакциях или испарении влаги.

Остановимся подробнее на пункте «Расчет нагрева материалов». В статье [1] нами была представлена модель нагрева материалов на основе обыкновенных дифференциальных уравнений, учитывающая теплопроводность нагреваемого материала, и позволяющая оценивать разницу температур поверхности и середины сляба – в металлургической практике это называется «равномерностью нагрева». В настоящей статье мы хотели бы уделить больше внимания способу управления на основе этой новой модели.

В предложенной модели рассматриваем половину сляба, считая, что он нагревается симметрично. Сляб по сечению (половина сечения) разбит на 2 зоны, основная (толстый слой) и пограничная (тонкий слой) (рис. 1).



Рис. 1. Схематичный рисунок сляба, разбитого на участки $0 \leq u \leq \delta - \varepsilon$ (толстый слой) и $\delta - \varepsilon \leq u \leq \delta$ (тонкий слой)

Уравнения (1) – (2) определяют средние температуры в областях $0 \leq u \leq \delta - \varepsilon$ и $\delta - \varepsilon \leq u \leq \delta$ и среднюю температуру всего тела:

$$\begin{cases} (\delta - \varepsilon) \cdot c \cdot \rho \cdot \frac{d\bar{T}_1}{dt} = k_{1-2} \cdot (\bar{T}_2 - \bar{T}_1) \\ \varepsilon \cdot c \cdot \rho \cdot \frac{d\bar{T}_2}{dt} = \alpha \cdot (T_0 - \bar{T}_2) - k_{1-2} \cdot (\bar{T}_2 - \bar{T}_1) \end{cases} ; \quad (1)$$

$$\bar{T}_{cp} = \frac{(\delta - \varepsilon) \cdot \bar{T}_1 + \varepsilon \cdot \bar{T}_2}{\delta} \quad (2)$$

$$\bar{T}_1(0) = \bar{T}_1^0, \quad \bar{T}_2(0) = \bar{T}_2^0$$

где \bar{T}_1 – средняя температура сляба на участке $0 \leq u \leq \delta - \varepsilon$, \bar{T}_2 – средняя температура сляба на участке $\delta - \varepsilon \leq u \leq \delta$, \bar{T}_{cp} – средняя температура сляба на участке $0 \leq u \leq \delta$, $k_{1-2} = 2 \cdot \lambda / \delta$ – коэффициент теплопередачи, λ – теплопроводность тела.

Система (1)-(2) может быть решена как численно, так и аналитически. Аналитическое решение удобно для программирования в контроллере и приводится в статье [1].

Для проверки правильности модели был проведен «спор моделей». Апробация была выполнена путем сравнения с распределенной моделью нагрева материалов, приводимой в книге [2].

Модельные расчеты для системы управления

На производстве, скорости нагрева и охлаждения газовой среды в печи чаще всего определяются экспериментально и обусловлены ее конструкцией и мощностью нагревателей. Также данные показатели можно определить численно.

Для разработки алгоритма управления проведены численные эксперименты. При реализации расчетов был запрограммирован экспериментальный закон изме-

нения температуры воздуха в печи, который показан на верхних графиках рис. 2. Экспериментальный закон заключается в том, что для различных диапазонов температур, скорости нагрева и охлаждения воздуха в печи различны. В качестве нагреваемых материалов рассматривались алюминиевый, стальной и титановый слябы. В таблице приведены данные для алюминиевого сляба, для других материалов в расчете отличались теплоемкость, теплопроводность и плотность.

Таблица

Данные для расчета нагрева алюминиевого сляба		
Название	Значение	Размерность
Толщина тела	0,16	м
Толщина тонкого тела	0,013	м
Плотность	2712	кг/м ³
Теплоемкость	904	Дж/(кг·К)
Температуропроводность	$9,38 \cdot 10^{-5}$	м ² /с
Коэффициент теплопроводности	230	Вт/(м·К)
Коэффициент теплоотдачи	350	Вт/(м ² ·К)
Начальная температура тела	30	°С
Начальная температура среды	30	°С
Заданная температура поверхности тела, $T_{з.п.}$	389	°С
Заданная температура центра тела, $T_{з.ц.}$	387	°С

При исходных данных из табл. 2 проведен расчет переменных процесса гомогенизации алюминиевых пластин в конвективной печи. Результатом, которого стали графики переходных процессов изменения температур в печи, поверхности сляба и средней температуры толстого слоя, представленные на рис. 2.

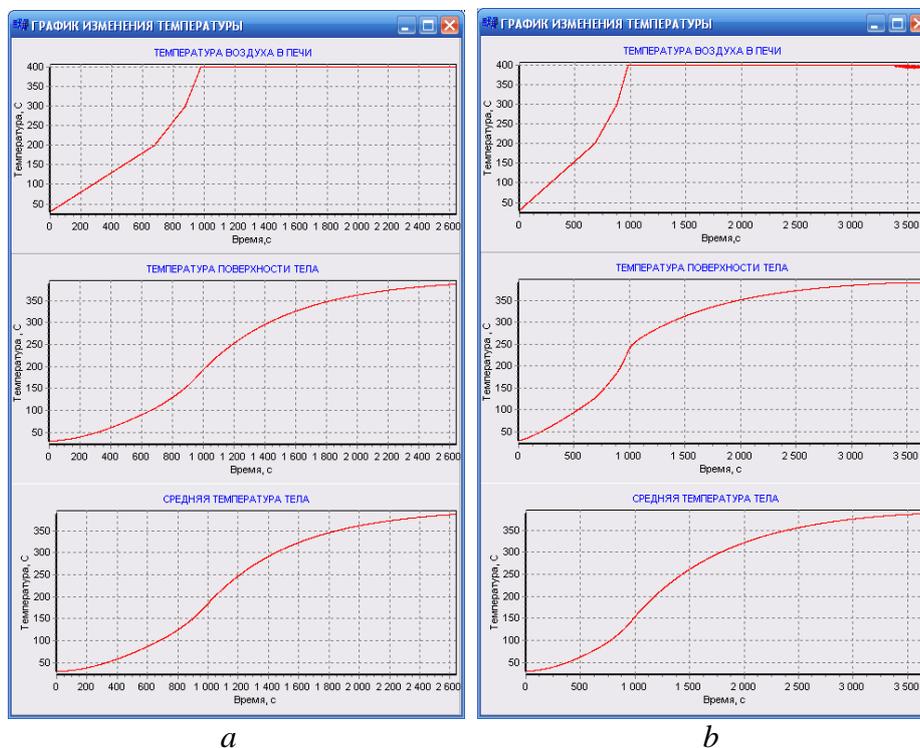


Рис. 2. Расчеты изменения температур в разных точках объекта (a – алюминиевый сляб, b – титановый сляб)

На рисунке 2 показано как температура воздуха в печи менялась программно с заданными скоростями до момента достижения рабочей температуры. Паралл-

лельно нагреву печи происходил нагрев поверхности и центра тела. Существенные различия между переходными процессами вызваны теплофизическими характеристиками материалов. Так, например, у алюминиевого сляба за счет высокой теплопроводности, теплоемкости и низкой плотности перепад температур между поверхностью и центром тела не превышал 3°C . А при нагреве титанового сляба, переходные процессы которого показаны на рисунке 2 *b*, максимальный перепад температур составлял около 50°C , и постепенно снижался до 5°C . Это можно объяснить тем, что титан обладает низкой теплопроводностью и теплоемкостью, но более высокой плотностью относительно алюминия. Также видно, что при заданных температурах процесс перерегулирования происходит только при нагреве титанового сляба.

Время нагрева до заданных температур составило около 45 минут для алюминиевого сляба и около часа для титанового. Далее температура печи устанавливается согласно регламенту на несколько градусов ниже оптимальной температуры поверхности и выдерживается несколько часов, до достижения необходимых температур по всей толщине сляба.

Алгоритм управления, представленный на рис. 3, заключается в переопределении искомых температур на каждом временном шаге при подаче воздействий. При достижении поверхностью тела заданного значения температуры ($T_{з.п.}$) автоматически происходит запуск цикла управления нагревателями основанный на экспериментальном законе, который прерывается, когда расчетная температура середины тела ($T_{з.ц.}$) достигнет заданного значения, обусловленного показателями качества для готового продукта.



Рис. 3. Алгоритм управления нагрева материалов в печи

Предлагаемый алгоритм управления позволяет регулировать температуру воздуха в печи исходя из заданных оптимальных значений поверхности и середины сляба.

Можно предложить модернизацию АСУТП действующей печи без затрат на установку распределенной системы измерений. Предложенная схема улучшений отображена на рис. 4.



Рис. 4. Предлагаемая модернизированная структурная схема автоматического управления электрической конвективной печи для гомогенизации алюминиевых слябов

Как видно из рис. 4 предлагаемая схема управления включает в себя ПК с предустановленным алгоритмом управления, содержащим модель, которая позволяет определять температуру на поверхности сляба и в его центре, что в свою очередь значительно повышает качество продукции. Компьютер можно заменить в локальной АСУТП программируемым логическим контроллером высокого уровня.

Заключение. Предложен алгоритм управления для АСУТП печи нагрева материалов, построенный на модели в обыкновенных дифференциальных уравнениях. Модель позволяет рассчитывать скорости и режимы нагревов, оценивать равномерности нагревов слитков для предоставления этих данных оператору или для автоматического изменения подводимой мощности или времени нагрева.

Список литературы

1. Белолипецкий В.М., Пискажова Т.В., Портянкин А.А. Модель скоростного конвективного нагрева металла для использования в алгоритмах АСУТП / Вестник СибГАУ им. академика М.Ф. Решетнева. – 2016. – Т.17, № 3. – С. 554-561.
2. Арутюнов В. А., Бухмиров В. В., Крупенникова С. А. Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей. М. : Металлургия, 1990. 239 с.

СТАЛЬНЫЕ РЕБРИСТЫЕ ОБОЛОЧЕЧНЫЕ ОПОРЫ ДЛЯ МОСТОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ращенко С.А.

доцент кафедры промышленного и гражданского строительства, доцент,
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал Национального
исследовательского ядерного университета «МИФИ», Россия, г. Балаково

Овчинников И.Г.

профессор кафедры мостов и транспортных сооружений, профессор,
Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,
Россия, г. Саратов

Ращенко С.В.

доцент кафедры промышленного и гражданского строительства, доцент,
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал Национального
исследовательского ядерного университета «МИФИ», Россия, г. Балаково

В статье рассматриваются опоры, предназначенные для мостов, разработанные на основе анализа существующих решений, эксплуатируемых в различных регионах России и экспериментально-теоретических исследований. Оболочечные опоры сборные, состоят из нескольких ребристых элементов, прикрепляемых к стальному каркасу. Опоры эффективны при проектировании на слабых грунтах.

Ключевые слова: стальная оболочка, опоры мостов, ребристый элемент.

Важное значение в технологической цепочке нефтедобычи имеет строительство пролетных строений различного назначения – для внутри промысловых дорог, трубопроводов, автомобильного транспорта и т.п. В настоящее время ведется поиск наиболее рациональных конструкций опор пролетных строений отвечающим растущим потребностям строительства [1]. Одним из основных направлений решения этой проблемы является замена традиционных несущих конструкций опор более эффективными рулонизируемыми конструкциями.

В работе предлагаются новые опоры пролетного строения, разработанные на основе анализа существующих решений, эксплуатируемых в различных регионах России и экспериментально-теоретических исследований. Опоры пролетного строения сборные, состоят из нескольких ребристых элементов, прикрепляемых к пространственному стальному каркасу. Каркас имеет верхнее, нижнее и промежуточные кольца, выполненные из полосы и стоек, расположенных по окружности или по периметру прямоугольной опоры (рисунок). Стойки могут быть выполнены из круглых или прямоугольных труб.

Ребристый элемент, включает стальную листовую заготовку с определенным радиусом закругления и дискретно расположенные полые ребра. После установки сборной конструкции оболочки опоры в проектное положение, продольные полые ребра заполняют мелкозернистым бетоном или другим материалом. Полость сборной оболочки заполняют бетоном или песком (при этом верхнюю и нижнюю части оболочки бетонируют). Ребристые элементы выполняют из стали класса 09Г2С (или С255, С345).

Разработаны варианты опор скомпонованных из сборных ребристых элементов с круговым, эллипсоидальным, прямоугольным и комбинированным сочетанием. В основу заложены принципы образования опор с учетом унификации конструктивных решений ребристых элементов, использования рациональных способов изготовления и монтажа, а также перемещения к месту строительства и экономичности.

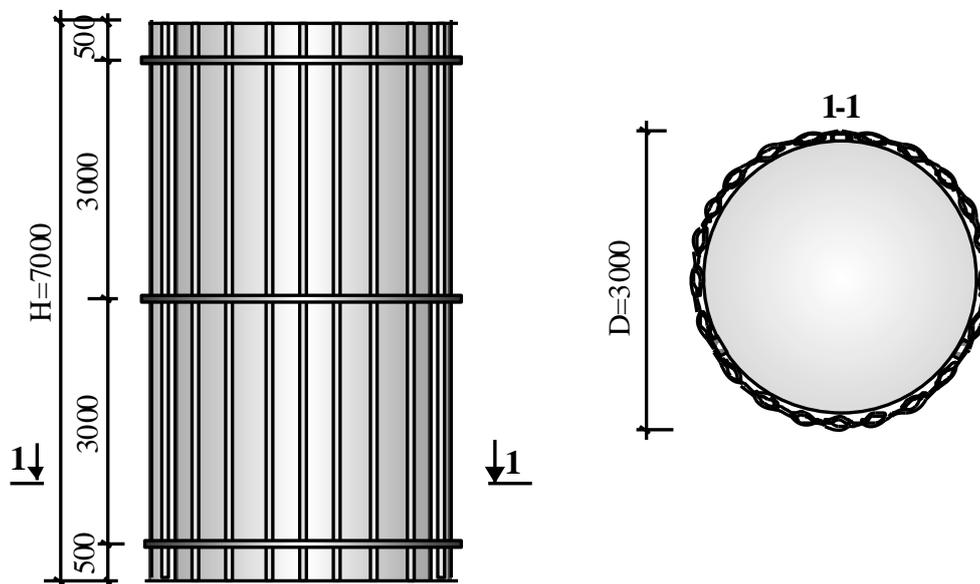


Рис. Конструкция оболочки опоры

С целью выявления величины давления сжатого воздуха для создания оптимальных размеров продольных полых ребер были проведены экспериментально-теоретические исследования и выполнены аналитические расчеты [2].

Ребристый элемент является новым конструктивным элементом, который позволяет создавать высокопрочные несущие конструкции для различных сооружений и в том числе для опор пролетных строений. Использование ребристых элементов приводит к снижению стоимости опор пролетного строения за счет использования листовой стали, компактности поставки и снижения сроков монтажа.

Экономической основой необходимости внедрения ребристых элементов в практику строительства являются два аспекта:

- применение самого дешевого металлопродукта в виде полосовой и листовой стали для изготовления конструкций опор, что способствует улучшению структуры потребляемой в строительстве продукции и снижению металлоемкости конструкций;
- использование ребристых элементов для создания несущих конструкций опор пролетных строений, которые особенно эффективны при обустройстве новых отдаленных районов страны и проектировании на слабых грунтах.

Список литературы

1. Возможности эффективного применения старогодных труб при сооружении малых и средних мостов / И.И. Овчинников, Г.В. Снегирев, И.Г. Овчинников, В.К. Черных, О.Ю. Моисеев, В.В. Харин, А.А. Кокин, Э.С. Дмугалиев // Интернет-журнал «Наукоедение». 2013, №5 (18). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/112tvn513.pdf>.
2. Ращепкина С.А. Новые трехслойные ребристые элементы для опор пролетного строения / С.А. Ращепкина // Фундаментальные исследования. М.: РАЕ. 2014. №6, ч.2. – С. 255-259.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРИРОВАНИЯ РЕСУРСОВ, АЛЬТЕРНАТИВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ

Тимофеев Д.Н.

Костромской государственной университет, Россия, г. Кострома

Описывается совершенствование метода анализа иерархии. Предлагается алгоритм уменьшения избыточности попарных сравнений альтернатив. Рассматривается вариант структурирования альтернатив, ресурсов и показателей достижения целей.

Ключевые слова: метод анализа иерархий, уменьшение избыточности, структурирование альтернатив, объединение показателей ресурсов и способов достижения целей.

В системе подготовки и принятия управленческих решений одной из важных задач является выбор критериев и граничных условий, по которым можно судить о состоянии анализируемой производственной системы, которая рассматривается как набор взаимосвязанных бизнес-процессов.

Процесс назначения критериев и показателей не является формализованным, а целиком зависит от мнений экспертов или лиц, принимающих решение. Это характерно для многих существующих методов и методик анализа состояния систем, а также выработки управленческих решений.

Среди известных методов принятия управленческих решений, связанных с проведением экспертизы на основе выбора альтернатив выделяют такие как: метод принятия решений на базе нечеткой логики, метод анализа иерархий (МАИ), метод замкнутых процедур у опорных ситуаций (ЗАПРОС), метод парной компенсации (ПАРК), метод ординальной классификации (ОРКЛАСС) и др. [3]

Наиболее популярным является метод анализа иерархий (МАИ, иногда МетАИе), разработанный американским математиком Томасом Саати [1], где критерии и иерархия показателей назначаются экспертами на основе их профессионализма и опыта работы с предметной областью.

В основе данного метода лежит построение трехуровневой доминантной структуры, где на верхнем уровне находится цель, на промежуточном уровне – рекомендуемые показатели, значимость которых ранжируется путем проведения попарных сравнений, на нижнем уровне – возможные альтернативы, которые также попарно сравниваются между собой.

Порядок применения метода анализа иерархий включает в себя пять шагов [2]:

1. Построение качественной модели проблемы в виде иерархии, включающей цель, альтернативные варианты достижения цели и критерии для оценки качества альтернатив.
2. Определение приоритетов всех элементов иерархии с использованием метода парных сравнений.
3. Синтез глобальных приоритетов альтернатив путем линейной свертки приоритетов элементов на иерархии.
4. Проверка суждений на согласованность.
5. Принятие решения на основе полученных решений.

Графическое представление применения метода анализа иерархий представлено на рис. 1.

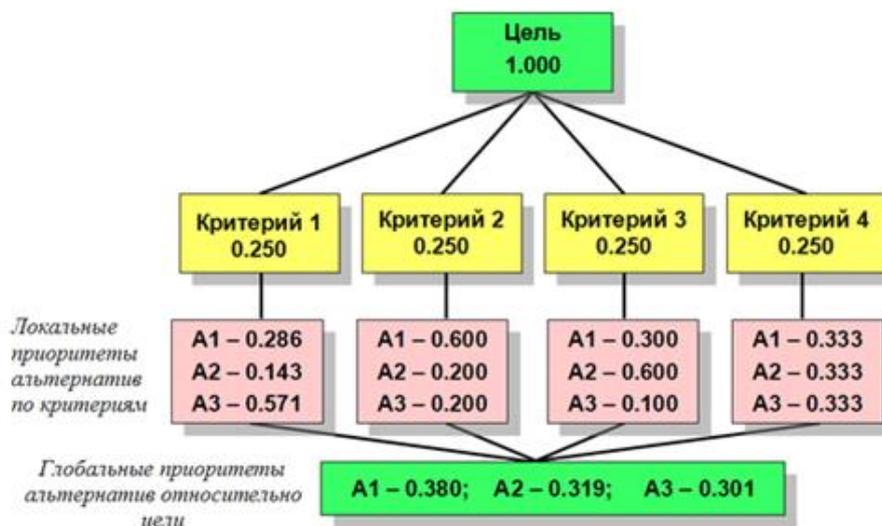


Рис. 1. Иерархическая структура выбора альтернативы

Одним из основных недостатков данного метода является присущая ему явная избыточность проводимых попарных сравнений (рис .2).

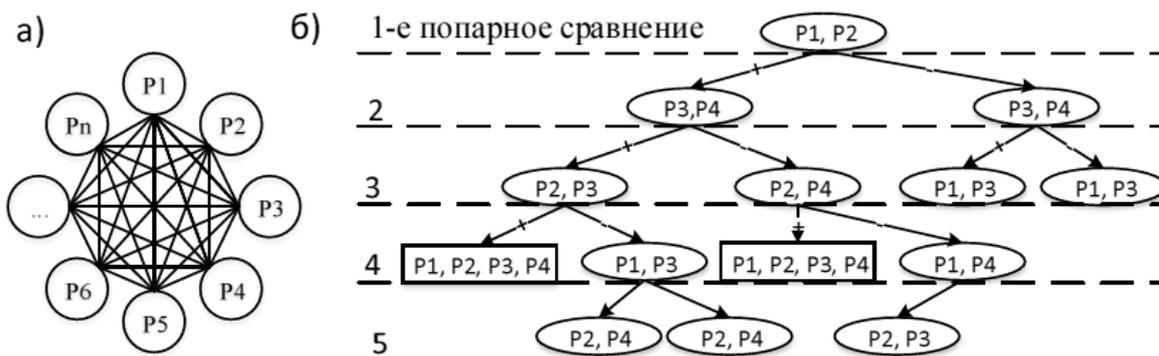


Рис. 2. Графы попарных сравнений: а) полносвязный граф G_j ; n – количество показателей; б) фрагмент графа G_2 для четырех показателей

Ранее в работе [6] был предложен способ снижения сложности экспертной оценки альтернатив в МАИ путем исключения из полносвязного графа попарных сравнений, не участвующих в минимальной траектории экспертизы и являющихся избыточными.

Алгоритм действий включает в себя вычисление минимальной траектории экспертизы и проведение дополнительной проверки согласованности ответов экспертов по заданному условию.

Процедура выбора попарных сравнений описывается следующим набором шагов:

1. Постановка цели принимаемого решения.
2. Составление перечня альтернативных вариантов достижения целей.

Каждый вариант описывается как отдельный бизнес процесс с указанием его этапов, ресурсного обеспечения и сроков их выполнения, набора метрик контроля за достижением результата, назначением граничных контуров допустимого колебания значений метрик.

3. Составление перечня критериев, по которым оценивается результат и ранжирование их по степени значимости. При этом суммарное значение рангов выбранных критериев равняется единице.

4. Формирование полного перечня парных сравнений возможных альтернатив (G_{\max}).

5. Вычленение из (G_{\max}), полученного в ходе выполнения п.4 набора парных сравнений в соответствии с минимальной траекторией экспертизы (граф G_{\min}).

6. Проведение расчета альтернатив как в классическом МАИ из набора (граф G_{\min}), сформированного в п.5).

7. Если в результате экспертизы получают альтернативы с разбросом меньше заданного порога, то из графа G_{\min} выбираются дополнительные попарные сравнения до тех пор, пока не выявится преимущество одной из альтернатив. Лидирующая альтернатива должна опережать ближайшую на величину заданного порога.

8. Точкой выхода из алгоритма является достижение указанного критерия или отработка всех возможных вариантов попарных сравнений.

Другим существенным недостатком метода анализа иерархий является тот факт, что шкалы, в которых осуществляется оценивание (измерение) степеней предпочтений вариантов по каждому из критериев, полагаются шкалами отношений, и притом несвязных друг с другом и с приоритетами критериев. Это допущение в свете математической теории измерений неправомерно, и может привести к явно ошибочным результатам [4, 5].

Для устранения указанного недостатка предлагается альтернативы группировать в соответствии со следующими тремя проекциями:

1 проекция – множество вариантов достижения цели (бизнес-процессы или отдельные его этапы);

2 проекция – множество вариантов используемых ресурсов при исполнении этапов бизнес-процессов;

3 проекция – множество вариантов достижения цели.

На пересечении проекций формируется своя структура зависимых показателей и выбираемых альтернатив.

В рамках каждой проекции формируется система классификации и кодирования вариантов достижения цели и используемых ресурсов.

Таким образом, совершенствование метода анализа иерархии осуществляется путем структурирования показателей и альтернатив через систему их классификации и кодирования. Количество сопоставимых альтернатив при проведении попарных сравнений минимизируется за счет устранения их избыточности.

Список литературы

1. Saaty, Thomas L. (2008-06). «Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors – The Analytic Hierarchy/Network Process». RACSAM (Review of the Royal Spanish Academy of Sciences, Series A, Mathematics) 102 (2): 251–318.

2. Saaty Thomas L. The Hierarchon: A Dictionary of Hierarchies. – Pittsburgh, Pennsylvania: RWS Publications, 1992. – ISBN 0-9620317-5-5. 496 pages, spiral bound. Each entry includes a description and diagram of an AHP model; the models are grouped in categories: educational, government/public policy, government public/strategy, health military, non-profit, personal, planning, political, etc.

3. Блюмин С.Л., Шуйкова И.А. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности [текст] – Липецк. ЛЭГИ. 2001. – С. 60.

4. Подиновский В.В. Основные направления развития теории важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений // Современные проблемы информатизации в экономике и обеспечении безопасности. – 2009. – Вып.14. – С. 72-74.

5. Подиновский В.В., Подиновская О.В. О некорректности метода анализа иерерхий // Проблемы управления. №1, 2011. – С. 8-13.

6. Щекочихин О.В., Шведенко В.В., Тимофеев Д.Н. Снижение сложности экспертной оценки альтернатив в методе анализа иерархий // Научно-технический вестник Поволжья №2, 2017. – С. 132-135.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ВАКУУМНЫХ РЕКЛОУЗЕРОВ

Шутенко Д.А.

студентка группы Э-42,

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, г. Белгород

В данной статье рассмотрен метод повышения надежности электроснабжения с помощью установки вакуумных реклоузеров. В статье приведены данные диспетчерского учета, проведенного до и после установки вакуумных реклоузеров. Также приведены результаты расчета показателей надежности и сделаны соответствующие выводы.

Ключевые слова: вакуумный реклоузер, надежность электроснабжения, аварийные отключения, показатели надежности.

На сегодняшний день актуальной проблемой электроэнергетики является повышение надежности электроснабжения потребителей электрической энергии. Одним из методов повышения надежности является сокращение количества аварийных отключений на воздушных ЛЭП путем установки вакуумных реклоузеров. Проанализируем эффективность данного метода на примере работы схем ВЛ 10 кВ №10, №15 ПС 110 кВ Томаровка. Данные о количестве аварийных отключений были получены от диспетчерского отдела филиала ОАО «МРСК-Центра» – «Белгородэнерго». Рассматриваемые сети обеспечивают энергией население, объекты жизнеобеспечения, а также сельскохозяйственные и промышленные объекты поселка Томаровка Яковлевского района Белгородской области, численность которого составляет 7,9 тыс. чел.

Таблица 1

Характеристика потребителей

ПС	ЛЭП	ТП	Нас. пункты	Бытовые потреб-ли	Объекты 1 кат	Объекты 2 кат	Больницы	Школы, д/с	Котельные	КНС
ПС 110кВ Томаровка	ВЛ-10кВ № 10	38	3	2550	0	1	1	0	1	1
ПС 110кВ Томаровка	ВЛ-10кВ № 15	19	1	4200	0	5	1	2	4	1

Необходимость установки реклоузера на данных ВЛ связана с высокой аварийностью и, как следствие, большим количеством отключений. Для сокращения количества аварий на линии были установлены 6 вакуумных реклоузеров, расположение которых было выбрано в соответствии с техническим заданием филиала ОАО «МРСК-Центра» – «Белгородэнерго». Путем их установки воздушная линия была поделена на несколько участков – принцип децентрализованной системы секционирования – и таким образом была достигнута комплексная автоматизация аварийных режимов работы. Каждый секционирующий аппарат является интеллектуальным устройством, которое анализирует параметры режимов работы электрической сети и автоматически производит ее реконфигурацию (локализацию места повреждения и восстановление электроснабжения потребителей неповрежденных участков сети) в соответствии с заранее запрограммированным алгоритмом. Преимуществом децентрализованного подхода является сокращение времени поиска и локализации поврежденного участка сети и восстановления питания неповрежденных потребителей, которое сокращается до секунд.

Таблица 2

Расчёт экономического эффекта от снижения недоотпуска электроэнергии на ВЛ 10 кВ №10 ПС «Томаровка»

Период	Год	Общее кол-во отключений	Кол-во устойчивых отключений	Кол-во неустойчивых отключений	Сумм. время простоя ч.	Сумм. недоотпуск эл. эн. кВтч	Средне-годовое кол-во уст. отключений	Средне-годовое сумм. время отключений час/год	Средне-годовой недоотпуск эл. эн. кВтч/год	Средне-годовой ущерб от недоотпуска, руб.
До установки реклоузеров	2004	1	1	0	5,07	3 296	5	10,2	6557,4	16 673,9
	2005	4	4	0	13,6	8 160				
	2006	17	7	10	12,57	8 171				
	2007	8	3	5	8,17	4 984				
	2008	18	6	12	0,97	631				
	2009	27	6	21	14	9 226				
	2010	17	9	8	17	11 050				
2011	3	3	0	10,6	6 943					
После установки реклоузеров	2012	8	5	3	5,2	1326	2	2,0	444,0	1 128,9
	2013	1	1	0	1,43	235,95				
	2014	2	2	0	1,38	213,9				
	2015	0	0	0	0	0				
Годовой экономический эффект по недоотпуску на ВЛ 10 кВ № 10 ПС Томаровка								8,2	6 113,4	15 545,0

В таблице приведены данные о количестве аварийных отключений, а также значения средне-годового ущерба от недоотпуска электрической энергии до и после установки вакуумных реклоузеров на ВЛ 10 кВ №10 ПС «Томаровка».

Таблица 3

Расчёт показателей надежности ВЛ 10 кВ №10 ПС Томаровка

Период	Среднегодовое количество уст. отключений	Среднегодовое суммарное время отключений час/год	Общее количество потребителей	Количество отключенных потребителей	SAIFI	SAIDI
До установки реклоузеров	5	10,2	2554	2554	5	10,2
После установки реклоузеров	2	2	2554	851	0,67	0,67

Показатель SAIFI снижен в 7 раз, показатель SAIDI снижен в 15 раз.

Таблица 4

Расчёт экономического эффекта от снижения недоотпуска электроэнергии на ВЛ 10 кВ №10 ПС «Томаровка»

Период	Год	Общее кол-во отключений	Кол-во устойчивых отключений	Кол-во неустойчивых отключений	Сумм. время простоя ч.	Сумм. недоотпуск эл. эн. кВтч	Среднегодовое кол-во уст. отключений	Среднегодовое сумм. время отключений час/год	Среднегодовой недоотпуск эл. энергии кВтч/год	Среднегодовой ущерб от недоотпуска, руб.
До установки реклоузеров	2006	3	1	2	0,93	1088,1	4	6,6	7561,8	19 227,75781
	2007	2	1	1	1,68	1797,6				
	2008	6	3	3	14,6	18542				
	2009	13	5	8	7	7084				
	2010	15	11	4	15,3	16677				
	2011	2	1	1	0,17	181,9				
После установки реклоузеров	2012	5	4	1	7,26	2541	3	2,1	829,8	2 110,0
	2013	3	2	1	2	428				
	2014	7	3	4	1,7	98,3				
	2015	3	1	2	1,74	252				
Годовой экономический эффект по недоотпуску ВЛ 10 кВ № 15 ПС Томаровка							1	4,5	6 731,9	17 117,7

В таблице приведены данные о количестве аварийных отключений, а также значения средне-годового ущерба от недоотпуска электрической энергии до и после установки вакуумных реклоузеров на ВЛ 10 кВ №15 ПС «Томаровка».

Таблица 5

Расчёт показателей надежности ВЛ 10 кВ №15 ПС «Томаровка»

Период	Среднегодовое количество уст. отключений	Среднегодовое суммарное время отключений час/год	Общее количество потребителей	Количество отключенных потребителей	SAIFI	SAIDI
До установки реклоузеров	4	6,6	4208	4208	4,00	6,60
После установки реклоузеров	3	2,1	4208	1402	1,0	0,7

Показатель SAIFI снижен в 4 раза, показатель SAIDI снижен в 9 раз.

Таблица 6

Результат реализации проекта по установке вакуумных реклоузеров

Повышение надежности потребителей ВЛ 10 кВ № 10 ПС Томаровка	Снижение показателя SAIFI в 7 раз, Снижение показателя SAIDI в 15 раз.
Повышение надежности потребителей ВЛ 10 кВ № 15 ПС Томаровка	Снижение показателя SAIFI в 4 раза, Снижение показателя SAIDI в 9 раз.

Заключение. Исследование полученных данных в ходе диспетчерского учета после установки вакуумных реклоузеров показало, что на обеих ВЛ количество аварийных отключений значительно снизилось, а полученные данные расчета показателей надежностей для ВЛ с использованием специальных индексов SAIFI, SAIDI показали, что надежность электроснабжения также была значительно улучшена, о чем свидетельствуют снижения индексов в несколько раз. Результаты исследований показали целесообразность внедрения вакуумных реклоузеров как средств оптимизации работы электросети. Данные устройства способствуют снижению количества аварийных отключений, а также автоматизации режимов работы сети. Исходя из этого можно сделать вывод, что реклоузер является эффективным средством повышения надежности и бесперебойности электроснабжения потребителей.

Список литературы

1. Дорошев К.И. Эксплуатация комплектных распределительных устройств 6-220 кВ. – М. Энергоатомиздат, 1987.
2. Правила устройства электроустановок ПУЭ. 7-е изд. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003 г.
3. Таврида Электрик «Инструкция по монтажу вакуумного реклоузера».

НАДУВНОЙ БЕТОН: ИННОВАЦИЯ В СФЕРЕ ДОМОСТРОЕНИЯ

Эльмукова Е.В., Файзуллина Ю.Г., Батанова А.Р.

студентки 4 курса, Ульяновский государственный технический университет,
Россия, г. Ульяновск

Надувной бетон – это забытая технология, но она открывает свое второе дыхание в современном строительстве. В данной статье мы бы хотели рассмотреть особенности такой технологии строительства зданий и сооружений, ее преимущества и недостатки.

Ключевые слова: бинишеллы, купол, армирование, торкретирование, бетон, экономичность.

Необычная технология домостроения была разработана ещё в семидесятые годы Данте Бини, но широкой общественности представил его сын, Николо Бини. Дома из надувного бетона называются «бинишеллы» по имени своих создателей (Данте и Николо Бини).

По своему конструктивному решению дом представляет собой купол, который строится без швов и межпанельных стыков. Данте построил первый куполь-

ный дом по этой технологии в Италии, в районе вулкана Этна, ещё в 1964 году и стоит до сих пор (рис. 1) [2].



Рис. 1. Первый бинишелл, построенный в Италии в 1964г.

На протяжении почти полувека, здание успешно выдержало множество землетрясений, которые для этой итальянской местности, как известно, не являются редкостью. Никакого воздействия на здания не оказали ни выбросы лавы и вулканического пепла, ни ураганы. И все это – во многом благодаря уникальной аэродинамической форме, которую имеет постройка.

Сама технология достаточно проста и суть ее заключается в том, что на кольцевом фундаменте закрепляется специальный – особо прочный и в тоже время эластичный мембранный материал. Затем он надувается под давлением воздуха и, как паутиной опутывается арматурным каркасом. Далее внешняя поверхность эластичного материала заливается бетоном методом торкретирования, т.е. бетонная смесь наносится под давлением сжатого воздуха, в результате чего частицы цемента плотно взаимодействуют с поверхностью. Бетон тоже используется необычный. Обычный бетон представляет собой смесь из 85%-90% песка, камней и воды, оставшиеся 10%-15% составляет цемент, являющийся загрязнителем экологии. Бетон для бинишеллов имеет несколько измененный состав: песок, вода и камень те же 85%-90%, при этом количество цемента снижено до 3%-4,5%, а оставшаяся часть смеси представляет собой зольный остаток, который является побочным продуктом угольной индустрии. Более того в обычной ситуации смесь зольного остатка с пустой породой образует буквально горы поблизости от шахт, загрязняя прилегающие территории. После этого поверхность еще влажного бетона выглаживается, формируются оконные и дверные проемы. Ну и практически бинишелл готов – остается дождаться затвердевания бетонной смеси и затем спустить воздух из мембраны. Примечательно, что использовать эту сферу можно и повторно – в том числе, для строительства еще одного бетонного купола.

В результате получается абсолютно монолитная структура без стыков, с готовыми проемами, остается лишь организовать межэтажные перекрытия, подвести коммуникации и остеклить. Прочность бинишелла вне конкуренции, ведь куполообразная форма – это наиболее устойчивое решение будь то традиционный купол в храме, арка или своды пещеры. Технология сооружения домов из надувного бетона успешно совершенствуется.

Современные бинишеллы сочетают в себе красивый внешний вид и хорошие прочностные характеристики.

Основным преимуществом бинишеллов является то, что они обустроены так, что никакие ураганы, землетрясения и даже наводнения им не страшны. Кроме то-

го, сам процесс возведения зданий по технологии Николо Бини можно назвать весьма экономичным. Здесь не используется тяжелая строительная техника. К очевидным преимуществам надувного бетона можно отнести рекордно короткие сроки строительства и относительную дешевизну – Бини утверждает, что расходы на реализацию проекта жилого дома площадью в 85 кв.м не превышают \$3,5 тыс., при этом затраты на материалы снижены примерно в пять раз. А такая форма крыши мало того, что очень прочная и красивая – она может работать пассивным источником тепла. Кроме того, кровля великолепно сохраняет нормальный микроклимат в каждом внутреннем помещении здания. Таким способом можно создавать архитектурные объекты замысловатых форм высотой до 40 метров.

Формы у бинишеллов могут быть самые причудливые, и поэтому еще к одному из неоспоримых плюсов этой технологии можно отнести свободную внутреннюю планировку, когда владелец такого дома ничем не ограничен в своих желаниях и может придать бинишеллу сказочный или наоборот урбанистический вид. На небольших по площади домах можно даже соорудить «зеленую» кровлю, постелив сверху газон.

Но помимо преимуществ у бинишеллов есть у полусфер и несколько недостатков. В частности, в отделке таких домов нельзя применить некоторые элементы декора, сложно найти мебель с закруглениями. Также возникают трудности при прокладке коммуникаций – ведь "надувной" дом состоит из цельного куска бетона.

Довольно примечательно, что все они великолепно выдерживают даже самые серьезные природные катаклизмы. Именно по этой причине технология имеет все шансы получить широкое применение в сфере строительства постоянного и недорогого жилья для людей, лишившихся крова после стихийных бедствий, техногенных, природных катастроф, а также беженцев.

Кроме того, как убежден итальянский архитектор, подобная технология идеально подойдет для строительства современных военных баз, терминалов аэропортов, зданий учебных заведений, спортивных арен и других подобных объектов [3].

Всего по этой технологии было построено более 1600 зданий в двух десятках стран с разными климатическими условиями. Эти сооружения стоят и поныне, наглядно демонстрируя всем окружающим преимущества подобной методики быстрого строительства.

Николо Бини полагает, что будущее архитектуры и технологий именно за такими быстровозводимыми домами, ведь, несмотря на некую невесомость и ажурность конструкции, такие здания за счёт круглой формы обладают повышенной прочностью и способны противостоять ураганам ветрам и землетрясениям. Функциональность таких домов особенно заметна при их объединении в огромные структуры. Например, можно построить аэропорт или жилой комплекс из нескольких десятков домов, визуально связанных друг с другом переходами. Стены круглых домов дают полную свободу для творчества. Ведь их можно покрыть травой или обложить тростником, как столь популярную и престижную за границей соломенную крышу, что только подчеркнет экологичность и необычность такого жилища (рис. 2) [1].



Рис. 2. Перспектива развития бинишеллов

Сын архитектора Николо Бини продолжил начинание отца и, используя современные строительные материалы – такие как композитная арматура, напыляемые утеплители и особо прочный бетон усовершенствовал технологию возведения «надувных» домов. Превратив современные бинишеллы в экономичные, современные и быстровозводимые дома, которым можно придавать самую необычную форму. Причём технология позволяет строить как небольшие частные дома, так и огромные торговые или промышленные комплексы.

Подводя итог можно сказать что, несмотря на фантастический внешний вид, бинишеллы, благодаря своим уникальным характеристикам с каждым годом обретают всё большее число поклонников, стремящихся жить в гармонии с природой.

Список литературы

1. Таштабанов Р. Назад в будущее или строим бинишеллы // Электронный журнал: <https://www.forumhouse.ru>. 2014.
2. Электронный ресурс: <http://stroyka.by/news/2015/06/04/binishells>
3. Электронный ресурс: <http://www.binishells.com>

Подписано в печать 07.08.2017. Гарнитура Times New Roman.
Формат 60×84/16. Усл. п. л. 9,30. Тираж 500 экз. Заказ № 214
ООО «ЭПИЦЕНТР»

308010, г. Белгород, пр-т Б. Хмельницкого, 135, офис 1
ООО «АПНИ», 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а