

СОДЕРЖАНИЕ

ГУМАНИТАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Болотский А. В., Бельдягина Е. Ю., Губанова О. М.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ
ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ 3

Иконников Д. С.

ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ САДОВСКОЙ ГРУППЫ
ПАМЯТНИКОВ X–XIII вв. 10

ЭКОНОМИКА, СОЦИОЛОГИЯ, ПРАВО

Шошин Д. О.

НОРМОТВОРЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ГЛАВЫ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ 16

Яшин А. В., Мартышкина Ю. В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗНАНИЙ ПСИХОЛОГИИ И ПСИХИАТРИИ ПРИ РАСКРЫТИИ
И РАССЛЕДОВАНИИ ПРЕСТУПЛЕНИЙ 19

Яшин А. В., Слашкина В. Р.

КРИМИНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИЧНОСТИ ЛИДЕРА
И ЧЛЕНА РЕЛИГИОЗНОЙ СЕКТЫ 25

МЕДИЦИНА И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

Иконников Д. С., Калмина О. А., Калмин О. В.

ЧЕРЕП ИЗ ЧЕРНОЗЕРСКОГО МОГИЛЬНИКА XIV в. 30

Калмина О. А., Калмин О. В., Иконников Д. С.

АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ СЕЛА КОЧЕТОВКА КАМЕНСКОГО РАЙОНА
ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ 34

Мельников В. Л., Афтаева Л. Н., Горин В. В., Кубынин А. В.

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ И КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ МЕНИНГИТОВ
И МЕНИНГОЭНЦЕФАЛИТОВ 40

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Долгарев А. И., Едемский М. В., Новичкова И. В., Чукалина Е. Р.

ГИПЕРБОЛИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ ГРУППЫ ГЕЙЗЕНБЕРГА 46

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ, УПРАВЛЕНИЕ

Жильцова С. С.

АНАЛИЗ СРЕДСТВ СОЗДАНИЯ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА,
ОРИЕНТИРОВАННОГО НА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 52

Мелёшкин В. В.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СОЗДАНИЯ ШАБЛОНА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО САЙТА
С ФУНКЦИЕЙ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОСТРОЕНИЯ ЦВЕТОВОГО ДИЗАЙНА..... 59

Трясучкин В. А., Синцева М. М.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ ГИПЕРПАРАМЕТРОВ АЛГОРИТМА
k-БЛИЖАЙШИХ СОСЕДЕЙ 63

Алимурадов А. К., Тычков А. Ю., Чураков П. П.

СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО РАССТРОЙСТВА ЧЕЛОВЕКА
НА ОСНОВЕ ДЕКОМПОЗИЦИИ НА ЭМПИРИЧЕСКИЕ МОДЫ И ФОРМАНТНОГО
АНАЛИЗА РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ 69

ГУМАНИТАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 518.1(075.8)

А. В. Болотский, Е. Ю. Бельдягина, О. М. Губанова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Аннотация. Цель работы – раскрытие возможностей использования универсальных математических пакетов в учебном процессе на примере обучения решению задач оптимизации в экономике. Подробно описывается образовательный потенциал пакета MathCAD с приведением конкретных примеров решения оптимизационных задач, в том числе и с использованием блока программирования. Раскрывается методика решения задач указанного типа как графическим методом, так и с применением встроенных функций и операторов программирования пакета MathCAD.

Ключевые слова: обучение решению оптимизационных задач, образовательные возможности интегрированного математического пакета MathCAD, симплекс-метод, различные способы решения задачи линейного программирования.

Введение

Ранее студенту – пользователю ПК для выполнения сложных математических расчетов приходилось изучать методы вычислительной математики, программирование на языках высокого уровня: Бейсик, Паскаль и др. Эти проблемы для ученого и инженера, физика, химика, математика стали исчезать лишь после появления интегрированных математических пакетов (символьных вычислений) типа Mathematica, Derive, Maple, MathCAD.

Maple – это самый мощный в мире универсальный математический пакет для аналитических и численных расчетов, включающий более трех тысяч встроенных функций (готовых алгоритмов). Для пакета Mathematics разработано большое количество приложений в специальных областях. Пакет Derive отличается великолепными графическими возможностями. Для решения математических задач существуют и иные весьма распространенные пакеты: Matlab, Statistica и др.

Отметим, что в сети Internet имеется образовательный математический сайт exponenta.ru, посвященный использованию универсальных математических пакетов (MathCAD, Matlab, Maple, Mathematica, Statistica, ModelVisionStudium и др.) в образовании и науке. При этом возникает проблема выбора математического пакета с наиболее оптимальными инструментальными и педагогическими возможностями.

1. Обзор математического пакета MathCAD и основные шаги симплекс-метода

Остановимся на рассмотрении математического пакета MathCAD и его образовательном потенциале, который, на наш взгляд, в наибольшей мере приспособлен к обуче-

нию студентов решению оптимизационных задач. Помимо описания решения математических задач с помощью привычных математических соотношений, наличия великолепного пользовательского интерфейса и мощной графики (текстового, графического, формульного редакторов), система MathCAD фирмы MathSoft www.mathsoft.com имеет возможности символьной (аналитической) математики. Здесь реализовано также удобное и наглядное визуальное ориентированное программирование, при котором задание формируется на естественном математическом языке общения с системой, а программа составляется автоматически по заданию пользователя. Данный пакет имеет огромные возможности для быстрого и точного нахождения решения задач оптимизации как линейного, так и нелинейного программирования, а также для геометрической иллюстрации задач (там, где это возможно) [1].

Рассмотрим стандартную задачу линейного программирования и попробуем реализовать алгоритм ее решения в пакете MathCAD, в том числе используя встроенный язык программирования.

Один из самых известных методов – так называемый симплекс-метод. Слово «симплекс» в переводе означает «простой». Этот метод был разработан Дж. Данцигом в 1949 г.

Симплекс-метод применяется к каноническим задачам. Если задача не имеет канонического вида, то за счет увеличения числа переменных ее всегда можно свести к задаче такого вида, эквивалентной исходной. Эквивалентность понимается в том смысле, что по решению канонической задачи можно указать решение исходной задачи.

Пусть система ограничений канонической задачи линейного программирования имеет вид

$$\begin{cases} \alpha_{11}x_1 + \dots + \alpha_{1p}x_p + x_{p+1} = \beta_1, \\ \alpha_{21}x_1 + \dots + \alpha_{2p}x_p + x_{p+2} = \beta_2, \\ \dots \\ \alpha_{m1}x_1 + \dots + \alpha_{mp}x_p + x_{p+m} = \beta_m; \\ x_1 \geq 0, \dots, x_{p+m} \geq 0; \end{cases}$$

где $\beta_1 \geq 0, \beta_2 \geq 0, \dots, \beta_m \geq 0$ и $p + m = n$.

Требуется найти решение $x = (x_1, \dots, x_p, x_{p+1}, \dots, x_{p+m})$, при котором целевая функция $\varphi(x) = 0$ принимает минимальное (соответственно максимальное) значение, т.е. $\varphi(x) = \gamma_0 - \gamma_1x_1 - \dots - \gamma_px_p \rightarrow \min$ (соответственно $\varphi(x) = \gamma_0 - \gamma_1x_1 - \dots - \gamma_px_p \rightarrow \max$).

Переменные x_{p+1}, \dots, x_{p+m} называются *базисными*, остальные $n - m = p$ переменных x_1, \dots, x_p называются *свободными* [2].

Специально отмечаем для студентов, что переменные можно выбрать в качестве базисных, если они удовлетворяют следующим трем условиям:

- 1) число переменных равно рангу матрицы A (равно m);
- 2) каждая из этих m переменных встречается только в одном из m уравнений системы;
- 3) коэффициент при каждой из этих переменных равен плюс 1.

Базисные переменные системы образуют ее базис.

Допустимое решение системы называется *базисным*, если все его свободные переменные равны нулю.

Вычисления по симплекс-методу в ходе обучения удобно оформлять в виде таблицы. Такая таблица называется *симплексной*. Нашей задаче будет соответствовать следующая симплексная таблица (табл. 1).

Таблица 1

B	b	x_1	...	x_p	x_{p+1}	x_{p+2}	...	x_{p+m}
x_{p+1}	β_1	α_{11}	...	α_{1p}	1	0	...	0
x_{p+2}	β_2	α_{21}	...	α_{2p}	0	1	...	0
...
x_{p+m}	β_m	α_{m1}	...	α_{mp}	0	0	...	1
Φ	γ_0	γ_1	...	γ_p	0	0	...	0

Условимся столбцы $B, b, x_1, \dots, x_{p+m}$ называть соответственно столбцами базисных переменных, свободных членов, переменных x_1, \dots, x_{p+m} . Последнюю строку таблицы принято называть *индексной*, она содержит в условной форме выражение целевой функции, и ее коэффициенты вычисляются по формулам, представленным в следующей таблице (табл. 2).

Таблица 2

		σ_0	σ_1		σ_p	σ_{p+1}		σ_{p+m}
	B	b	x_1	...	x_p	x_{p+1}	...	x_{p+m}
σ_{p+1}	x_{p+1}	β_1	α_{11}	...	α_{1p}	1	...	0

σ_{p+m}	x_{p+m}	β_m	α_{m1}	...	α_{mp}	0	...	1
	Φ	$\sigma_{p+1}\beta_1 + \dots$ $\dots + \sigma_{p+m}\beta_m +$ $+ \sigma_0$	$\sigma_{p+1}\alpha_{11} + \dots$ $\dots + \sigma_{p+m}\alpha_{m1} -$ $- \sigma_1$...	$\sigma_{p+1}\alpha_{1p} + \dots$ $\dots + \sigma_{p+m}\alpha_{mp} -$ $- \sigma_p$	0	...	0

Далее, используя соответствующие теоремы о нахождении базисного решения, либо останавливаем поиск решения, либо продолжаем со студентами процесс построения соответствующих таблиц по следующему алгоритму:

1) в исходной симплексной таблице выделяют ключевой столбец. Таким может быть столбец любой свободной переменной, содержащий хотя бы один положительный элемент;

2) в ключевом столбце выбирают ключевое отношение и ключевой элемент. Ключевой элемент указывает на ту переменную, которая выводится из базиса;

3) заполнение следующей симплексной таблицы начинают с записи новых базисных переменных (столбец B), затем – ключевой строки;

4) все элементы остальных строк новой таблицы, включая и индексную, вычисляются по так называемому правилу двух перпендикуляров [3, 4].

Правило двух перпендикуляров (метод Жордано – Гаусса) – это правило, по которому составляются коэффициенты при неизвестных в преобразованной канонической задаче. Именно это правило заставляет участников учебного процесса многократно повторять одно и то же действие при составлении симплекс-таблиц. Поэтому вполне логично поручить выполнение этого монотонного действия компьютеру.

2. Практическое применение пакета MathCAD для решения задач оптимизации

Рассмотрим следующую задачу: при заданных условиях-ограничениях определить максимальное значение целевой функции

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 6, \\ 2x_1 + x_2 \leq 8, \\ -x_1 + x_2 \leq 1, \\ x_1 \leq 2, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$\psi(x) = 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \max.$$

Предлагаем студентам решить задачу в системе MathCAD табличным симплекс-методом.

В линейном программировании, в частности в симплекс-методе, для преобразования симплексной таблицы на каждой итерации целесообразно использовать правило прямоугольника, в котором используется метод Жордано – Гаусса.

Прямоугольник строится по старой симплекс-таблице таким образом, что одну из его диагоналей образует пересчитываемый $M_{i,j}$ и ключевой $M_{a,b}$ элементы. Вторая диагональ определяется однозначно. Для нахождения нового элемента $N_{i,j}$ из элемента $M_{i,j}$ вычитается $M_{i,b} \cdot M_{a,j}$ – произведение элементов противоположной диагонали, деленное на ключевой элемент $M_{a,b}$.

В ходе учебного процесса актуализируем подпрограмму JG(M,a,b), реализующую преобразование Жордано – Гаусса. Для этого нажатием на панели *Programming* (Программирование) кнопки *AddLine* (Добавить линию) студентам предлагается создать программный модуль. В появившемся местозаполнителе вводится соответствующий программный код.

Следует специально обратить внимание обучающихся на то, как в программировании для задания матриц используются вложенные циклы (рис. 1, 2).

<pre> ORIGIN := 1 JG(M, a, b) := for i ∈ 1..rows(M) for j ∈ 1..cols(M) N_{i,j} ← $\frac{M_{i,j}}{M_{a,b}}$ if i = a N_{i,j} ← $M_{i,j} - \frac{M_{i,b} \cdot M_{a,j}}{M_{a,b}}$ otherwise N </pre>	<p>столбцы и строки матрицы нумеруются с 1</p> <p>Задаем матрицу M (массив) rows(M) - число строк в массиве M. cols(M) - число столбцов в массиве M</p> <p>каждый элемент ключевой строки i делим на ключевой элемент (a,b) матрицы M</p> <p>иначе находим элемент новой симплекс-таблицы по правилу прямоугольника</p>
--	---

Рис. 1

Таким образом, решение исходной задачи: $\max \psi(x^0) = 10$ при $x^0 = (2; 2)$.

А теперь рассмотрим пример реализации графического метода решения задачи линейного программирования в системе MathCAD.

Для этого поставим перед студентами следующую задачу: найти допустимую область задачи линейного программирования, определяемую ограничениями

$$\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 \geq -9, \\ 3x_1 + 4x_2 \geq 27, \\ 2x_1 + x_2 \leq 14, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \end{cases}$$

при которых целевая функция имеет вид $\varphi(x) = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$.

Ввод исходных данных 1-й симплекс-таблицы:

$$M := \begin{pmatrix} 6 & 1 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 8 & 2 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & -3 & -2 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Решение

итерация 1

$$M := JG(M, 4, 2) \rightarrow \begin{pmatrix} 4 & 0 & 2 & 1 & 0 & 0 & -1 \\ 4 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & -2 \\ 3 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 & 3 \end{pmatrix}$$

итерация 2

$$M := JG(M, 1, 3) \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & 0 & 1 & \frac{1}{2} & 0 & 0 & -\frac{1}{2} \\ 2 & 0 & 0 & -\frac{1}{2} & 1 & 0 & -\frac{3}{2} \\ 1 & 0 & 0 & -\frac{1}{2} & 0 & 1 & \frac{3}{2} \\ 2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 10 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$$

Рис. 2

Решение в MathCAD (рис. 3):

$$\begin{aligned} 3 \cdot x_1 - 2x_2 &= -9 \\ 3 \cdot x_1 + 4x_2 &= 27 \\ 2 \cdot x_1 + x_2 &= 14 \\ x_1 + 2 \cdot x_2 &= c \end{aligned}$$

$$y_1(x) := \frac{3 \cdot x + 9}{2} \quad y_2(x) := \frac{27 - 3 \cdot x}{4}$$

$$y_3(x) := \frac{14 - 2 \cdot x}{1} \quad f(x) := \frac{c - x}{2}$$

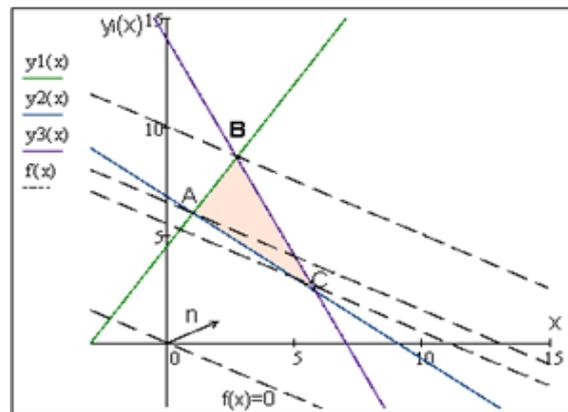


Рис. 3

Запишем все исходные неравенства, а также целевую функцию в виде уравнений, заменив символ $\varphi(x)$ произвольной константой c . Построим графики записанных уравнений в координатах xOy . Для этого обозначим x_2 в i -м уравнении через $y_i(x)$, а x_1 – через x и запишем эти уравнения в виде, разрешенном относительно $y_i(x)$.

На рис. 3 треугольник, ограниченный прямыми $y_1(x)$, $y_2(x)$, $y_3(x)$, образует многоугольник допустимых решений.

Задавая различные возрастающие значения константе c , можно добиться того, что прямая $x_1 + 2x_2 = c$, смещаясь параллельно самой себе, будет проходить через одну из вершин полученного многоугольника допустимых решений.

Из графика студенты видят, что задача имеет единственное решение. Максимум целевой функции достигается в точке пересечения прямых $3x_1 - 2x_2 = -9$ и $2x_1 + x_2 = 14$. Далее с помощью системы MathCAD решим следующее задание: определить точку максимума и значения целевой функции в этой точке (рис. 4, 5).

Первый способ (рис. 4)

$$\begin{aligned}
 & f(x_1, x_2) := x_1 + 2 \cdot x_2 \\
 & x_1 := 0 \quad x_2 := 0 \\
 & \text{Given} \\
 & 3 \cdot x_1 - 2x_2 \geq -9 \\
 & 3 \cdot x_1 + 4 \cdot x_2 \geq 27 \\
 & 2 \cdot x_1 + x_2 \leq 14 \\
 & x_1 \geq 0 \quad x_2 \geq 0 \\
 & \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} := \text{Maximize}(f, x_1, x_2) \\
 & \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.714 \\ 8.571 \end{pmatrix} \quad f(x_1, x_2) = 19.857
 \end{aligned}$$

Рис. 4

Второй способ (рис. 5)

$$\begin{aligned}
 & \text{Given} \\
 & 3 \cdot x_1 - 2x_2 = -9 \\
 & 2 \cdot x_1 + x_2 = 14 \\
 & \text{Find}(x_1, x_2) \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{19}{7} \\ \frac{60}{7} \end{pmatrix} \\
 & f(x_1, x_2) := x_1 + 2 \cdot x_2 \\
 & f_{\max} := f\left(\frac{19}{7}, \frac{60}{7}\right) \quad f_{\max} = 19.857
 \end{aligned}$$

Рис. 5

В первом случае задача решается с помощью вычислительного блока Given...Find, во втором случае – с помощью вычислительного блока Given...maximize. То есть точка максимума имеет координаты $x_1 = 2,714$, $x_2 = 8,571$.

Значение целевой функции в точке максимума: $f(x_1, x_2) = 19,857$ [1].

Заключение

Современные интегрированные математические пакеты, как известно, позволяют решать важнейшие педагогические и технологические проблемы, встающие перед современным образованием, способствуя существенному повышению его научного и прикладного потенциала. При этом весьма важное значение приобретает проблема выбора того пакета, который в наибольшей степени соответствует специфике рассматриваемого предметного содержания. К общеизвестным критериям такого выбора относят, в частности, наличие большого количества готовых алгоритмов, графические и символьные возможности, прикладной потенциал, особенности используемого «языка взаимодействия» с соответствующим программным продуктом и др. С указанных позиций наибольшими преимуществами, по мнению авторов статьи, обладает математический пакет MathCAD, обладающий богатыми инструментальными возможностями, при этом предлагаемые преподавателем задания могут формулироваться на естественном математическом языке общения с системой, а сама программа может составляться автоматически по заданию самого обучаемого.

Возможности рассматриваемого пакета продемонстрированы на основе сопоставления различных способов решения стандартной задачи линейного программирования. Подробно раскрываются конкретные примеры организации поиска решения оптимизационных задач, в том числе и с использованием блока программирования. Раскрывается методика решения задач указанного типа как графическим методом, так и с применением встроенных функций и операторов программирования пакета MathCAD. При этом появляется возможность выявления наиболее рационального сочетания авторского и глубоко программного компонентов решения.

Библиографический список

1. Очков, В. Ф. MathCAD 14 для студентов и инженеров: русская версия / В. Ф. Очков. – Санкт-Петербург : BHV, 2009.
2. Вентцель, Е. С. Исследование операций / Е. С. Вентцель. – Москва : Советское радио, 1972.
3. Зайченко, Ю. П. Исследование операций : сб. задач / Ю. П. Зайченко, С. А. Шумилова. – Киев : Выща шк., 1990.
4. Лунгу, К. Н. Линейное программирование. Руководство к решению задач / К. Н. Лунгу. – Москва : Физматлит, 2005.

Болотский Александр Владимирович, старший преподаватель, кафедра информатики и методики обучения информатике и математике, Пензенский государственный университет.
E-mail: a.bolotskiy@mail.ru

Бельдягина Екатерина Юрьевна, старший преподаватель, кафедра высшей и прикладной математики, Пензенский государственный университет.
E-mail: belkarpnzpgy@mail.ru

Губанова Ольга Михайловна, кандидат педагогических наук, доцент, кафедра информатики и методики обучения информатике и математике, Пензенский государственный университет.
E-mail: olga.penza@mail.ru

Образец цитирования:

Болотский, А. В. Использование современных информационных технологий для решения оптимизационных задач при подготовке будущих специалистов / А. В. Болотский, Е. Ю. Бельдягина, О. М. Губанова // Вестник Пензенского государственного университета. – 2019. – № 2 (26). – С. 3–9.

УДК 902

Д. С. Иконников

ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ САДОВСКОЙ ГРУППЫ ПАМЯТНИКОВ X–XIII вв.

Аннотация. Садовская группа памятников X–XIII вв. состоит из Садовского I и II городищ и селища. Все поселения относятся к группе памятников болгарского типа Верхнего Посурья. На основе материалов, полученных в результате раскопок и разведок на памятниках Садовской группы, можно получить представление о хозяйственной деятельности местного населения. Важными отраслями хозяйства были земледелие и животноводство. Об этом свидетельствуют находки малого серпа и палеозоологических материалов. Кроме того, население Садовской группы памятников занималось обработкой металлов, дерева, кожи. Об этом говорят находки производственных орудий и фурнитуры.

Ключевые слова: Верхнее Посурье, памятники болгарского типа, Садовская группа памятников, хозяйственная деятельность, земледелие, животноводство, ремесло.

Введение

В состав Садовской группы памятников Верхнего Посурья входят Садовские I и II городища и Садовское селище. Садовское I городище располагается в непосредственной близости от деревни Садовки (Городищенский район Пензенской области), Садовское селище – также сравнительно недалеко от населенного пункта, Садовское II городище – приблизительно в полукилометре к югу от деревни [1, с. 39]. Все поселения относятся к археологическим памятникам болгарского типа и датируются приблизительно X–XIII вв. Впервые археологическая группа была обследована М. Р. Полесских в первой половине 1960-х гг. Исследование было продолжено Г. Н. Белорыбкиным, проводившим в 1989 г. раскопки на территории Садовского II городища [2, с. 3–5].

Материалы разведочных работ и раскопок позволяют судить об особенностях материальной культуры памятника, в том числе частично реконструировать хозяйственную деятельность населения памятников. В данной работе будет предпринята попытка осуществить эту задачу.

Материалы и методы

Материалами для исследования служат данные отчетов об археологических работах и археологические материалы, хранящиеся в археологической лаборатории Педагогического института им. В. Г. Белинского Пензенского государственного университета и в фондах Пензенского государственного краеведческого музея.

Наиболее массовым материалом являются кости животных, обнаруженные в ходе раскопок на Садовском II городище в 1989 г., и находки производственных орудий, представленных сельскохозяйственным инвентарем, инструментами, применявшимися при обработке металла, дерева, кожи и т.д., найденными во время раскопок и разведок.

Анализ остеологических материалов, включавший определение видового состава и минимального числа особей, был осуществлен О. Г. Богаткиной. Результаты ее исследования были помещены в отчете Г. Н. Белорыбкина [2, табл. 1]. Именно они были использованы в данном исследовании.

Исследование хозяйственного инвентаря проводилось в ходе работы с коллекциями и отчетами об археологических работах.

Результаты и обсуждение

На территории Садовской группы памятников не было встречено ни палеоботанических материалов, ни земледельческих орудий, которые могли бы однозначно свидетельствовать о существовании *земледелия*. Но о том, что данная хозяйственная отрасль производства была доминирующей у населения памятников болгарского типа Верхнего Посурья и Примокшанья, прямо говорят материалы с других памятников данной группы, на которых проводились раскопочные работы, в первую очередь Золотаревского, Неклюдовского и Юловского городища [3, с. 313].

Сельскохозяйственные инструменты представлены только одной находкой – так называемым *малым серпом* (рис. 1) с Садовского селища (1 экз., железо, подъемный материал, инв. № ПАМ-2/20). От садовского малого серпа сохранилась начальная часть клинка и черешок, отогнутый под углом 90° по отношению к плоскости клинка. Черешок клиновидно заострен и имеет длину 12 мм. Наибольшая ширина сохранившейся части клинка – 14 мм. Зубьев на режущем лезвии нет. Это примитивное орудие было характерно для населения Поволжья и Прикамья второй половины I тыс. н.э. Верхняя граница хронологических рамок – X–XI вв. [4, с. 237], хотя местами в качестве пережиточной формы инструмент мог бытовать позднее.

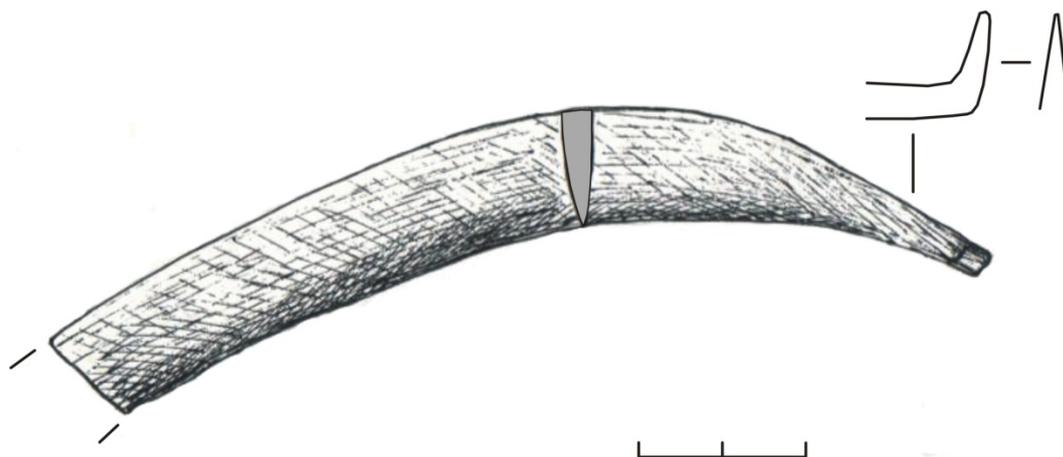


Рис. 1. Малый серп (железо) с Садовского селища

О существовании *животноводства* у местного населения говорят остеологические (палеозоологические) материалы, найденные во время раскопок на Садовском II городище. Кости принадлежали домашним животным трех видов: крупному рогатому скоту, мелкому рогатому скоту и лошади.

Кости животных встречались в культурном слое преимущественно без привязки к сооружениям, разрозненно, не в анатомическом порядке [2]. Всего был встречен 71 экз. костей животных, принадлежавших не менее чем 13 особям. Преобладали кости лошади (32 кости не менее чем от пяти особей), на втором месте находился крупный рогатый скот (29 костей не менее чем от шести особей). Меньше всего костей мелкого рогатого скота (10 находок костей не менее чем от двух особей (приблизительно 14 %)).

Крупный и мелкий рогатый скот и лошади, как это подтверждают палеозоологические материалы с других памятников болгарского типа Верхнего Посурья, были основными видами домашних животных у местного населения в X–XIII вв. [5, с. 32]. Харак-

терной особенностью животноводческих традиций у населения памятников болгарского типа было отсутствие в стаде свиньи, широко распространенной у мордовского населения [5, с. 33].

О разведении лошадей говорят и некоторые вещевые находки (рис. 2). На Садовском II городище обнаружены железные конские удила [2, рис. 21:1] простой кольчатой конструкции. Диаметр колец удила составляет около 46 мм, сечение колец округлое, диаметр дрота, из которого они изготовлены, 6–8 мм. Грызло двусоставное. Длина одного сегмента – 78 мм, другого – 73 мм, сечение дрота округлое (диаметр около 12 мм). Изделие имеет широкий круг аналогов на средневековых памятниках Восточной Европы. На Садовском селище обнаружены четыре железных ременных накладки, которые могли служить деталями снаряжения верхового коня (инв. № ПАМ-2 /23, 24, 31, 35, подъемный материал).

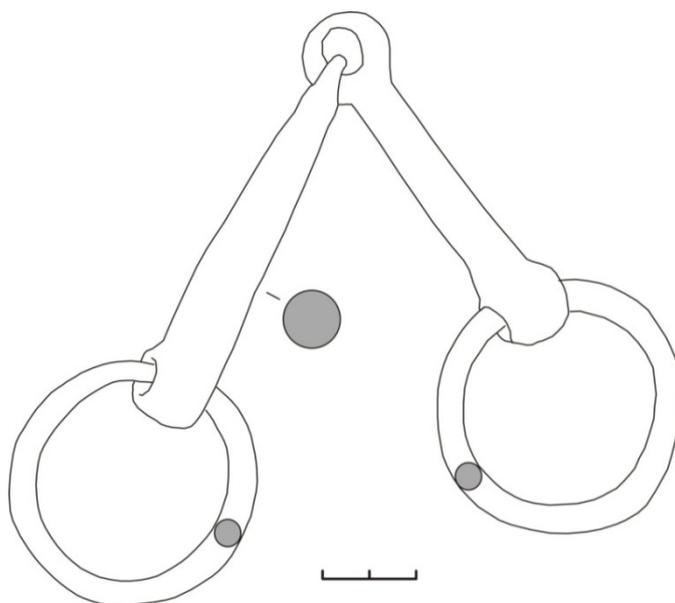


Рис. 2. Удила (железо), Садовское II городище

Кроме того, на памятнике были обнаружены артефакты, свидетельствующие о существовании у местного населения металлообрабатывающего ремесла, деревообрабатывающего и кожевенного дела.

Металлообрабатывающие орудия представлены двумя малыми железными **зубилами** (Садовское селище, подъемный материал, инв. № ПАМ-2/14, без номера), предназначавшимися для холодной рубки. Конструктивно изделия подразделяются на ударную часть, служившую одновременно ручкой, в виде усеченного вытянутого конуса, и рабочую часть уплощенно-стержневидной формы. Общая длина изделий составляет соответственно 88 и 92 мм, длина ударной части – 32 и 35 мм, наибольшая ширина (у основания ручки) 5 и 6 мм. Сечение рабочей части на всем своем протяжении имеет форму правильного прямоугольника с ясно прослеживающимися гранями. Рабочая часть плавно и равномерно сужается в направлении лезвия. Длина лезвия составляет 7 и 3 мм соответственно. Зубила подобной формы были довольно широко распространены на средневековых домонгольских памятниках Верхнего Посурья (Золотаревская группа памятников, Степановское I селище и т.д.) [5, с. 40].

Еще один предмет (инв. № ПАМ-2/16) можно интерпретировать как зубило. От других зубил этот предмет отличается приземистостью пропорций (общая длина –

47 мм, длина ручки – 17 мм). Наибольшая ширина (в месте перехода ручки в рабочую часть) составляет 12 мм. Ударная поверхность округлая, диаметром 5 мм. Обращает на себя внимание односторонняя «косая» заточка лезвия (у двух других зубил заточка двусторонняя). Режущая кромка лезвия имеет длину 4 мм.

Деревообрабатывающая фурнитура представлена гвоздями и П-образными скобами. Кроме того, к деревообрабатывающим инструментам условно отнесен кочедык.

Гвозди (15 экз., железо) встречаются на Садовском II городище в культурном слое во время раскопок и на Садовском селище в виде подъемного материала (рис. 3). На городище обнаружено четыре гвоздя, все сравнительно недалеко друг от друга, к югу от большой линзы прокала [2, рис. 13] на небольшой глубине (15–20 см от современной поверхности).

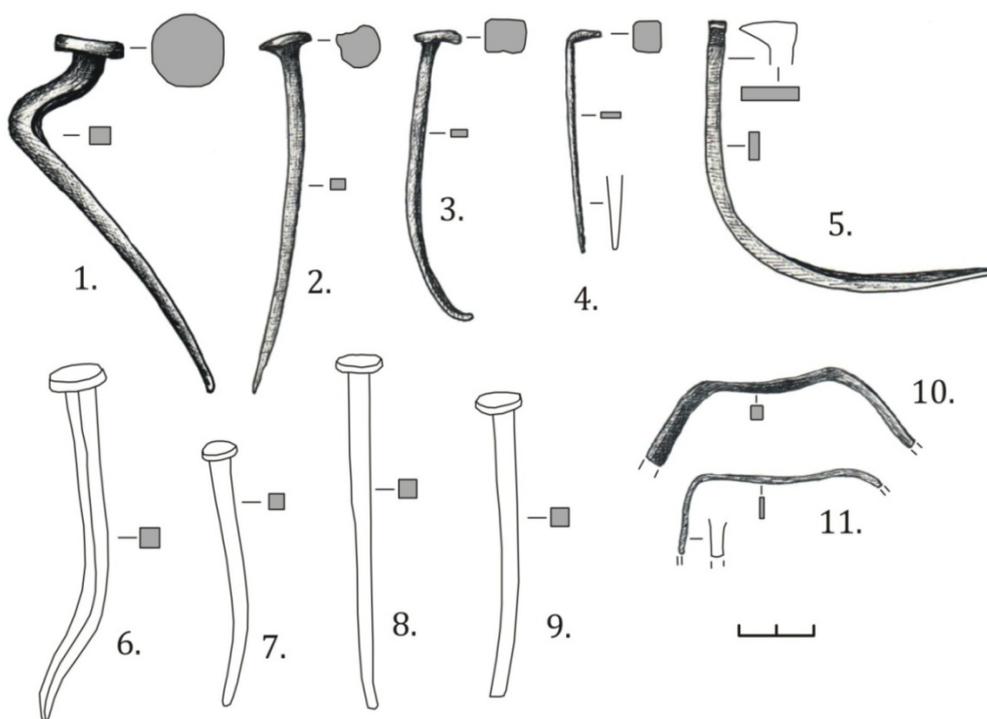


Рис. 3. Гвозди и П-образные скобы:

1–9. Гвозди (железо). 1–5. Садовское селище.

6–9. Садовское II городище. 10–11. П-образные скобы (железо), Садовское селище

Выделяются следующие типы гвоздей:

–Тип 1 (8 экз.: 4 экз. Садовское II городище, 4 экз. Садовское селище) – с округлой торцевой шляпкой. Стержень преимущественно имел квадратное сечение, в двух случаях – прямоугольное. Длина гвоздей – от 44 до 100 мм при средней 82 мм (рис. 3:1–2, 6–9).

–Тип 2 (3 экз., Садовское селище) – с торцевой шляпкой, прямоугольной, иногда близкой к квадрату форме. В двух случаях сечение стержня квадратное, в одном – прямоугольное. Длина изделий – от 76 до 115 мм при средней величине 95,5 мм (рис. 3:3).

–Тип 3 (2 экз., Садовское селище) – с боковым положением шляпки квадратной формы и узко-прямоугольным сечением стержня. Длина изделий – от 42 до 51 мм при средней величине 46,5 мм (рис. 3:4).

–Тип 4 (1 экз., Садовское селище) – Г-образный костыль с боковым положением удлиненно-прямоугольной шляпки. В боковой проекции шляпка имеет треугольную форму. Длина изделия – 115 мм (рис. 3:5).

Фрагменты *П-образных скоб* (2 экз., железо, инв. № ПАМ-2/34 и 9) имеют небольшие размеры. Длина верхней перекладки составляет приблизительно 31 и 38 мм, «ножки» обеих скоб полностью не сохранились (рис. 3:10–11).

Кочедык (1 экз., железо, без номера) состоит из черенка и рабочей части. Первоначальная длина изделия составляла 121 мм, но позднее черенок был деформирован. Первоначально он представлял собой плавно сужающуюся в направлении острия полосу дрота. Наибольшая ширина черенка (у его основания) составляла 7 мм, толщина дрота в том же месте – 5–6 мм, изначальная длина черенка – 70 мм. Рабочая часть в боковой проекции дугообразно изогнута и имеет линзовидное сечение, конечная часть рабочей части заострена. Длина основания дуги рабочей части составляет 51 мм, длина дуги по нижней поверхности рабочей части от основания черенка до острия составляет 70 мм. Наибольшая ширина рабочей части (приблизительно посередине) равна 12 мм, наибольшая толщина прослеживается (у основания рабочей части) – 7 мм (рис. 4:1).

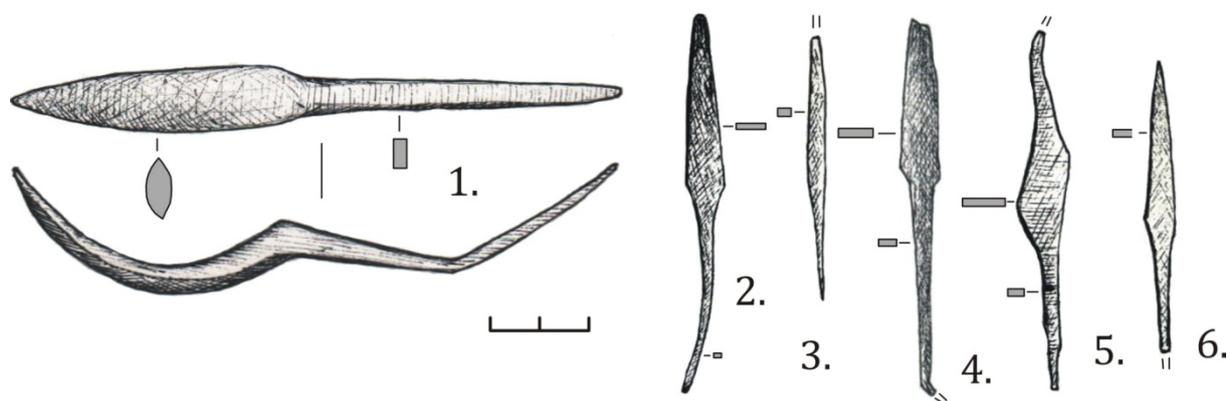


Рис. 4. Кочедык и шилья (железо):
1. Кочедык (Садовское селище). 2–6. Шилья (Садовское селище)

Аналогичные изделия были встречены на Золотаревском поселении и на Наровчатском городище домонгольского и золотоордынского времени соответственно [5, с. 75–76].

Кожевенный инструментарий представлен находками *шильев* (7 экз., железо, Садовское селище, инв. № ПАМ-2/15, 17, 16, 6, 27, 28, 29), которые с конструктивной точки зрения близки друг другу и состоят из черешка и заостренной рабочей части. Черешок практически всегда шире и имеет уплощенно-прямоугольное сечение. Рабочая часть представляет собой длинный заостренный стержень с квадратным или близким к квадратному сечением. Длина полностью сохранившихся изделий составляет 77, 58 и 55 мм (рис. 4:2–6). У одного шила переход от черешка к рабочей части был оформлен в виде «плечиков», в остальных случаях переход имеет плавные очертания. Обращает на себя внимание одно шильце, отличающееся своими конструктивными особенностями (инв. № ПАМ-2 /17). Длина изделия составляет 55 мм, длина черешка – 27 мм. Особенностью шильца является то, что рабочая часть располагалась под тупым углом к черешку, тогда как обычно перегиба в этой части нет.

Выводы

На основе анализа археологических материалов с Садовской группы памятников можно сделать вывод, что местное население в X–XIII вв. занималось земледелием, животноводством, некоторыми видами металлообработки, а также обработкой дерева и кожи. О занятии земледелием свидетельствует находка так называемого малого серпа с коротким черешком, отогнутым под прямым углом к плоскости лезвия. Кроме того, культура населения памятников болгарского типа была преимущественно земледельческой. О развитии

животноводства говорят многочисленные палеозоологические материалы и находки деталей конской упряжи. Следует при этом отметить, что животные, кости которых были найдены в культурном слое Садовского II городища, могли быть выращены не на поселении, а поступить на городище в результате товарного обмена. Палеозоологические находки на городских и военизированных памятниках вообще свидетельствуют не столько о хозяйственной деятельности, сколько о пищевых предпочтениях населения. Но высока вероятность, что животные были приобретены у населения других памятников болгарского типа, находившихся поблизости. Поэтому состав садовских палеозоологических материалов в целом отражает специфику животноводческих традиций региона.

Население памятника занималось также обработкой металлов, дерева и кожи, о чем свидетельствуют находки хозяйственных инструментов и фурнитуры.

Библиографический список

1. Полесских, М. Р. Археологические памятники Пензенской области / М. Р. Полесских. – Пенза, 1970. – 163 с.
2. Белорыбкин, Г. Н. Отчет об археологических исследованиях в Пензенской области в 1989 году / Г. Н. Белорыбкин // Архив Пензенского государственного педагогического университета им. В. Г. Белинского. – Пенза, 1990. – 22 с.
3. Иконников, Д. С. Периодизация истории средневекового земледелия Верхнего Посурья и Примокшанья (В связи с вопросом об истории землепользования) // Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования: материалы Всеросс. (с международным участием) науч. школы-конференции, посвящ. 115-летию со дня рождения А. А. Уранова (г. Пенза, 10–14 мая 2016 г.). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2016. – С. 311–315
4. Винничек, В. А. Геометрические параметры орудий земледелия с домонгольских поселений верховьев Суры и Мокши / В. А. Винничек, К. М. Киреева // Пензенский археологический сборник. – Вып. 2. – Пенза, 2008. – С. 236–255
5. Иконников, Д. С. Очерки истории хозяйства Верхнего Посурья и Примокшанья XI–XIV вв.: Археологическое исследование / Д. С. Иконников. – Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 187 с.

Иконников Дмитрий Сергеевич, кандидат исторических наук, заведующий антропологической лабораторией кафедры анатомии человека, Пензенский государственный университет.

E-mail: ikonnikof-ds@mail.ru

Образец цитирования:

Иконников, Д. С. Хозяйственная деятельность населения Садовской группы памятников X–XIII вв. / Д. С. Иконников // Вестник Пензенского государственного университета. – 2019. – № 2 (26). – С. 10–15.

ЭКОНОМИКА, СОЦИОЛОГИЯ, ПРАВО

УДК 34

Д. О. Шошин

НОРМОТВОРЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ГЛАВЫ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация. Изучены общие черты правового статуса муниципального образования. Из содержания данного статуса вычленено направление нормотворческой деятельности, проведен его анализ и определено сущностное значение.

Ключевые слова: глава муниципального образования, законодательство, норма права, правотворческая деятельность, нормотворческая деятельность, законодательный процесс.

Развитие модели организации местного самоуправления в Российской Федерации – базовый элемент становления государственности в стране. Это ведущий фактор демократического устройства, активизации процесса демократизации государственных институтов. Показатели эффективности власти на уровне муниципального образования, если рассматривать это направление с точки зрения показателей территориальности и функциональности, – наиболее приближенный к конкретному человеку аспект реализации публичной власти.

Проблемы правотворчества известны со времен римского права. Но с нормотворчеством ситуация обстоит иным образом, так как о проблематике этой деятельности более активно речь начала идти только в последнее время. Нормотворческая деятельность представляет собой процесс создания, закрепления правовых и социальных основ регулирования, правил поведения в государстве и обществе. Исходя из этого, можно небезосновательно полагать, что нормотворческая деятельность представляет собой многослойное, сложное понятие, которое имеет не только социальное и правовое значение, а исходит из ряда общих характеристик. По частному направлению нормотворческая деятельность реализуется таким субъектом, как глава муниципального образования. Вопрос о нормотворческой деятельности главы муниципального образования в теории разработан довольно слабо, можно вести речь также о существовании ряда законодательных проблем, так как в этой сфере действует не только федеральное законодательство, но и законодательство субъектов Федерации. Это и ряд иных обстоятельств, группы факторов обуславливают актуальность настоящей темы.

Чтобы понять, каким образом реализуется нормотворческая деятельность главы муниципального образования, изначально необходимо иметь хотя бы общее представление об отдельных элементах правового статуса этого субъекта.

Глава муниципального образования – это высшее должностное лицо муниципалитета, имеющее ряд соответствующих полномочий, прав и обязанностей, формирующих содержательное наполнение его правового статуса [1].

Правовым статусом глава наделяется уставом того или иного муниципального образования, предписаниями Федерального закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ» [2].

Основа правового статуса главы муниципального образования раскрывается в первую очередь через анализ его полномочий:

- глава представляет муниципальное образование в отношениях с органами местного самоуправления с рядом субъектов (граждане, органы иных муниципальных образований, органы государственной власти и т.д.), действуя при этом от имени муниципального образования;

- осуществляет подписание и обнародование нормативно-правовых актов, которые были приняты представительным органом муниципального образования. Для этого устанавливается специальный порядок, предписанный уставом;

- издает правовые акты. Право осуществляется в пределах, предоставленных главе его полномочиями;

- имеет право требовать осуществления внеочередного созыва заседания представительного органа муниципального образования;

- обладает правом требовать созыва внеочередного заседания предварительного органа муниципального образования;

- обеспечивает практическое осуществление органами местного самоуправления полномочий по решению вопросов местного значения, отдельных государственных полномочий, что переданы федеральным законодательством или законодательством субъекта Федерации органу местного самоуправления [3].

Как видно из представленного выше перечня, глава обладает не просто значительным количеством элементов, но и весьма обширными по направлениям реализации полномочиями. Одним из довольно объемных направлений деятельности главы является полномочие по решению широкого круга вопросов местного значения [4]. В процессе решения этих вопросов неизменно принимаются акты, являющиеся обязательными к применению на территории муниципального образования. Вопросы местного значения, некоторые государственные полномочия реализуются именно главой муниципального образования, что естественным образом предполагает реализацию такой функции, как нормотворческая.

Статья 43 Федерального закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ» включает в систему муниципальных актов, помимо иных, также правовые акты главы муниципального образования.

Сами полномочия главы реализуются за счет издания правовых актов. Этот субъект местного самоуправления издает распоряжения и постановления, это происходит независимо от предписанной уставом муниципального образования модели организации местной власти [5].

В зависимости от того, какие предписания реализуются в актах главы, выделяют два вида: обладающие признаком нормативности; ненормативные акты [6].

Последние превалируют в практической деятельности главы муниципального образования. А вот нормативные акты являются более значимыми, имеющими большую юридическую силу: они издаются по вопросам местного значения, затрагивая права и свободы человека и гражданина, его обязанности. Характерная черта нормативных актов состоит в том, что предполагается их неоднократное использование, длительное применение. Когда речь идет о нормативных актах, то они могут быть приняты лишь в форме постановлений.

Ненормативные акты обладают более индивидуальным характером, они «правоприменительны» и имеют точного адресата. Поэтому акты ненормативного характера могут быть изданы по таким вопросам: организация деятельности представительного ор-

гана муниципального образования, когда глава реализует функцию председательства в таком органе; организация работы местной администрации.

Тот факт, что нормотворческая деятельность главы муниципального образования осуществляется на муниципальном уровне, предполагает наличие ряда проблем, что связано с разрозненностью нормативно-правового регулирования, отсутствием его единства.

Согласно п. 3 ч. 4 ст. 36 Федерального закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ», глава муниципального образования издает правовые акты, как было сказано ранее. Оговорка «в пределах полномочий» в рамках данной статьи встречается дважды, что приводит к нарушению законодательной техники [7]. Проблема развивается в связи с тем, что в действующем федеральном законодательстве нет четкого указания, а какие именно правовые акты имеет право издавать глава муниципального образования. Схожая проблема характерна для содержания ст. 3 Закона, где речь идет об актах муниципального уровня. Не указывая на факт принадлежности правовых актов, законодатель не дает возможности однозначным образом говорить о том, имеет ли действительно глава муниципального образования издавать нормативные правовые акты на муниципальном уровне. Как видится, законодательство не санкционирует право на принятие этих актов, но и не запрещает это. То есть в уставах должна быть указана специальная норма о праве главы муниципального образования принимать подобные документы, так как в федеральное законодательство она включена быть не может. Безусловно, что проблем в рассматриваемой сфере существует куда большее количество, все они требуют скорейшего вмешательства законодателя, чтобы улучшить эффективность функционирования института главы муниципального образования.

Библиографический список

1. Андреева, Л. А. Глава местного самоуправления: правовой статус и полномочия // Вопросы современной юриспруденции : материалы междунар. науч.-практ. конф. – 2015. – № 19. – С. 46–58.
2. Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации : федер. закон № 131-ФЗ от 06.10.2003 (в ред. от 06.02.2019) // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2003. – № 8. – Ст. 4221.
3. Кузнецов, А. С. Полномочия главы муниципального образования как элемент правового статуса / А. С. Кузнецов // Среднерусский вестник общественных наук. – 2015. – № 19. – С. 15–20.
4. Астанин, А. В. Мониторинг обеспечения и состояния качества нормотворческой деятельности органов местного самоуправления / А. В. Астанин, А. В. Роговая // Мониторинг правоприменения. – 2016. – № 4. – С. 4–13.
5. Рябоконеv, А. В. Статус главы муниципального образования: актуальные вопросы правового регулирования / А. В. Рябоконеv // Пробелы в российском законодательстве. Юридический журнал. – 2016. – № 15. – С. 217–221.
6. Ирхин, И. В. Правовой статус главы муниципального образования: актуальные проблемы поиска оптимума / И. В. Ирхин // Журнал российского права. – 2016. – С. 18–27.
7. Галицков, В. А. Муниципальное нормотворчество: отдельные вопросы теории и практики / В. А. Галицков, А. В. Крысанов // Вестник Уральского юридического института МВД России. – 2017. – № 3. – С. 2–11.

Шошин Денис Олегович, аспирант, Пензенский государственный университет.

E-mail: dshoshin10@yandex.ru

Образец цитирования:

Шошин, Д. О. Нормотворческая деятельность главы муниципального образования / Д. О. Шошин // Вестник Пензенского государственного университета. – 2019. – № 2 (26). – С. 16–18.

УДК 343.985.2

А. В. Яшин, Ю. В. Мартышкина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗНАНИЙ ПСИХОЛОГИИ И ПСИХИАТРИИ ПРИ РАСКРЫТИИ И РАССЛЕДОВАНИИ ПРЕСТУПЛЕНИЙ

Аннотация. Исследуются проблемы использования психологических и психиатрических знаний в процессе раскрытия и расследования преступлений. На основе изучения литературных источников и положений уголовно-процессуального законодательства даются отдельные рекомендации, направленные на активизацию привлечения органами предварительного расследования специалистов в области судебной психологии и психиатрии к производству следственных и иных процессуальных действий.

Ключевые слова: раскрытие и расследование преступлений, специальные знания, психология, психиатрия, осмотр места происшествия, следственные действия, гипноз.

В криминалистике существует самостоятельный раздел, посвященный организации раскрытия и расследования преступлений. Он включает в себя комплекс криминалистических рекомендаций по методике расследования преступлений, осуществлению взаимодействия следователя с другими правоохранительными органами, медицинскими учреждениями, подразделениями судебных экспертиз и иными организациями, а также ряду мероприятий, направленных на достижение своевременного и эффективного результата работы по раскрытию и расследованию преступлений.

Многие авторы разграничивают понятия «расследование преступлений» и «раскрытие преступлений», поскольку в криминалистической литературе не определена оценка характера связи между этими понятиями. Так, Е. С. Апаршева и А. В. Новикова в своей работе отмечают, что проблема заключается в отсутствии в теории и практике общепринятого понятия «раскрытие преступлений» и единого понимания охватываемого им вида деятельности правоохранительных органов [1, с. 124]. Необходимо отметить, что в уголовно-процессуальном кодексе Российской Федерации (далее – УПК РФ) не дается дефиниции «раскрытие преступлений», хотя данный термин встречается в некоторых его статьях. В свою очередь, в УПК РФ существует целый раздел VIII, посвященный только вопросам предварительного расследования. На наш взгляд, при соотношении расследования и раскрытия преступлений важно исходить из положений уголовно-процессуального законодательства, так как раскрытие преступлений неизбежно связано с их расследованием.

В последние годы наблюдаются качественные изменения в структуре современной преступности, в частности, усиливается степень организованности и опасности посягательств, укрепляется техническая оснащенность преступников, что не может не влиять на эффективность раскрытия и расследования преступлений. Также качество предварительного расследования, как справедливо отмечает Е. П. Ищенко, зависит от объективных и субъективных факторов, например уровня профессионализма сотрудников правоохранительных органов, криминалистической сложности процедуры расследования, численности кадрового состава следственного и оперативного аппарата и т.д. Он подчеркивает, что грамотно расследовать преступления может только высококвалифицированный следователь, обладающий профессиональными знаниями [2, с. 121].

Как свидетельствует судебно-следственная практика, ошибки, допущенные в ходе предварительного расследования, влекут за собой негативные, порой неустранимые, по-

следствия в дальнейшей работе следователя. Под следственными ошибками в данном случае подразумеваются незаконные и необоснованные решения следователей и дознавателей, повлекшие за собой увеличение сроков предварительного расследования, в результате чего утрачиваются доказательства и виновные лица уходят от уголовной ответственности.

Тем не менее объективность раскрытия и расследования преступлений зависит не только от профессиональных навыков следователя (дознавателя), но и от недостаточного использования специальных знаний при производстве расследования [3, с. 12]. Под специальными знаниями принято понимать теоретические знания и практические навыки в определенной области, которые приобретены в результате профессиональной подготовки.

Отметим, что специальные знания подразделяются на различные формы. Так, М. В. Вольская выделяет традиционные и нетрадиционные формы [4, с. 37], Б. В. Асаенко – абсолютно применяемые и относительно применяемые формы [5, с. 14]. Однако в криминалистике принято выделять две основные формы: процессуальные и непроцессуальные. В деятельности следователя (дознавателя) наиболее часто используются процессуальные формы специальных знаний, к которым относятся: использование знаний из определенных областей науки, техники и ремесла; привлечение специалиста, эксперта, переводчика, психолога и психиатра для участия в проведении следственных действий и т.п.

Нередко следователь (дознаватель) при расследовании преступлений прибегает к помощи психолога и психиатра. Отметим, что в УПК РФ отсутствует понятие «психиатр», а понятие «психолог» указано лишь в нескольких уголовно-процессуальных нормах. На наш взгляд, отсутствие помощи указанных специалистов способствует возникновению определенных проблем при раскрытии и расследовании преступлений.

Для того чтобы рассмотреть особенности применения знаний психологии и психиатрии, необходимо разграничить данные понятия. Психология занимается исследованием функционирования психики субъекта. Задача психолога – выслушать, понять проблему человека и привести его к принятию самостоятельного решения для выхода из сложившейся ситуации. Что же касается психиатрии, то она занимается изучением психических расстройств личности.

Как представляется, на современном этапе развития общества и государства применение специальных психологических и психиатрических знаний способствует эффективному раскрытию и расследованию преступлений. При этом знания психологии рекомендуется использовать при производстве ряда следственных действий, например, осмотров места происшествия, допросов, обысков и др. [6, с. 107]. Поскольку из перечисленных следственных мероприятий при расследовании преступлений наиболее часто встречается осмотр места происшествия, следует более подробно рассмотреть использование специальных знаний психологии на примере его проведения.

Осмотр места происшествия – следственное действие, имеющее огромное значение для расследования преступлений любой категории сложности. Его цель заключается в исследовании обстановки места противоправного деяния, а также в выявлении и фиксации следов преступной деятельности. Отметим, что осмотр места происшествия представляет собой особую разновидность познавательной деятельности следователя, протекающей в затрудненных условиях и оказывающей на психику и сознание следователя неблагоприятное воздействие. Из этого следует, что следователь должен обладать повышенной психологической устойчивостью.

В психологическом плане осмотр места происшествия определяется как процесс сбора информации на месте при помощи активного и целесообразного сбора, анализа и синтеза полученной информации, которые имеют существенное значение для уголов-

ного дела [7, с. 150]. К психологическим особенностям места происшествия следует отнести:

- 1) неопределенность осмотра (следователь не может предугадать, где территориально и с какими факторами ему предстоит работать);
- 2) влияние психологических факторов (жестокое преступление, огромное скопление людей и др.);
- 3) необходимость психологической подготовки к производству осмотра места происшествия.

Для успешного осмотра следователь при выезде на место происшествия должен заранее психологически подготовиться, а именно вовремя сконцентрировать свое внимание, не обращать внимания на окружающие негативные факторы и поддерживать атмосферу сотрудничества с коллегами. Для этого важно организовать свою работу по следующим трем элементам:

- 1) поисковый (обнаружение изменений, вызванных лицом, совершившим преступление);
- 2) организационный (бесконфликтное руководство следственно-оперативной группой);
- 3) удостоверительный (фиксация и изъятие предметов).

Необходимо отметить, что в ходе осмотра места происшествия у следователя может произойти когнитивный диссонанс, выраженный в психологическом дискомфорте, когда в его сознании сталкиваются два противоречащих между собой знания об одном и том же событии или объекте [8, с. 29]. Для преодоления данного дискомфорта важно признать ошибкой собственные действия и пересмотреть их. Также следователь может столкнуться с каузальной атрибуцией, которая представляет собой способность человека интерпретировать и приписывать причины действий другого лица к расследуемому событию, на самом деле не имеющие отношения к определенной обстановке. Для этого следователю важно обращать внимание на наличие фактических данных – наличие следов либо их отсутствие.

При фиксации осмотра места происшествия следователи (дознаватели) довольно часто составляют протокол не на месте непосредственного происшествия, записывая заранее необходимые сведения на диктофон. Поэтому важно сразу после окончания осмотра приступить к составлению протокола именно на месте происшествия, так как это способствует улучшению концентрации внимания на окружающей обстановке, а оглашение протокола позволит еще раз мысленно воспроизвести проведенные действия, выявить допущенные при составлении протокола нарушения и исправить их на месте.

Если следователь обладает базовыми знаниями психологии, то он на основе психологического анализа сможет при осмотре места происшествия выявить особенности личности преступника, его половую принадлежность, возраст, а также способ совершения преступления. Например, о возрасте лица, совершившего преступление, может свидетельствовать оставленный на месте преступления предмет либо орудие преступления. Так, при совершении краж с незаконным проникновением в помещение, хранилище либо жилище взрослые лица для взлома препятствия используют специальные инструменты, а молодые люди – предметы, встречающиеся в быту. Также психологический анализ на месте осмотра происшествия дает возможность сделать вывод о мотиве совершенного преступления [9, с. 162]. В частности, умышленное повреждение автомобиля свидетельствует о наличии хулиганских побуждений или мести со стороны правонарушителя.

Если следователь самостоятельно не может проанализировать обстановку, то он вправе, согласно уголовно-процессуальному законодательству, привлечь к производству следственного действия судебного психолога, который, в свою очередь, может составить психологический портрет преступника по оставленным на месте происшествия следам.

Думается, что при расследовании преступлений следователям (дознавателям) необходимо использовать и нетрадиционные методы исследования. Именно они на новом этапе развития социума позволяют внести в процессуальную деятельность новые знания и действия опытного характера. Важно отметить, что закрепленные в Конституции Российской Федерации положения об использовании нетрадиционных методов при расследовании преступлений не должны нарушать права и свободы человека и гражданина. Доказательства, полученные нетрадиционными методами, должны соответствовать принципам относимости и допустимости.

Одним из нетрадиционных методов, который следователи постепенно начинают использовать в своей работе, является гипноз. По мнению С. А. Шейфера, это связано с желанием членов общества противодействовать преступности без каких-либо особых усилий [10, с. 124]. При использовании данного метода привлекается оператор-гипнолог, а также иные специалисты и свидетели. Для того чтобы достоверность использования гипноза при производстве следственных действий была высокой, необходимо придерживаться следующих принципов:

- 1) сеанс проводится только гипнологом (психолог или психиатр), имеющим специальную квалификацию;
- 2) разговор гипнолога с участником уголовного процесса должен быть зафиксирован на аудио-, видеозапись;
- 3) важно, чтобы перед началом сеанса гипнолог поинтересовался у испытуемого лица, как он относится к данному методу;
- 4) при привлечении других лиц (специалист, свидетель и т.п.) они должны наблюдать за происходящим через стекло, непрозрачное с другой стороны, или на экране монитора;
- 5) до сеанса гипноза показания лица должны быть зафиксированы следователем в протоколе процессуального действия.

Психолог или психиатр, который проводит гипноз, должен быть незаинтересован в результатах, полученных посредством его применения. Следует также поддержать точку зрения И. А. Кондрашиной и А. З. Миннегалимовой о том, что не следует допускать к гипнозу малолетних лиц в возрасте до десяти лет, а с лицами, достигшими десяти лет, но не достигшими шестнадцатилетнего возраста, такие следственные действия необходимо проводить с согласия их законных представителей [11, с. 198]. Использование данного метода в работе следователя (дознавателя) не так распространено, что нуждается в дальнейших научных исследованиях и анализе, для того чтобы данный метод стал наиболее эффективным средством для получения необходимой информации.

Что касается специальных знаний психиатрии, то они должны применяться исключительно в отношении лиц для определения их психического расстройства. На сегодняшний день психиатрии и психологии при производстве расследования преступлений не уделяется достаточного внимания. Кроме того, многие считают, что указанные отрасли знаний носят сходный характер. На самом деле психиатрия – это сложная наука, требующая совокупности теоретических и практических познаний, поскольку она включает в себя методологию психопатологической диагностики и лечения психических расстройств. Психиатрия подразделяется на два вида: общая и судебная. В расследовании преступлений важную роль играет судебная психиатрия. Она изучает психические расстройства лиц для разрешения уголовных дел по существу, в частности, возможность освобождения от уголовной ответственности, применения принудительных мер медицинского характера и т.п.

П. Б. Музыченко и О. В. Антонова считают, что при раскрытии и расследовании преступлений судебная психиатрия тесно взаимодействует с судебной медициной. Так, если судебная психиатрия изучает психические расстройства, то судебная медицина –

вопросы медицинского и биологического характера [12, с. 75]. На наш взгляд, на протяжении всего расследования преступлений судебная медицина соприкасается с судебной психиатрией лишь при возникновении необходимости освидетельствования отдельных участников уголовного судопроизводства, таких как подозреваемый, обвиняемый, потерпевший, свидетель. В свою очередь, при раскрытии и расследовании преступлений знания психиатрии принято использовать в основном при назначении судебно-психиатрических экспертиз.

Существует целый ряд видов судебно-психиатрических экспертиз, направленных на изучение психического состояния лица. К ним относятся:

1) амбулаторная судебно-психиатрическая экспертиза (проводится на базе медицинской организации, оказывающей психиатрическую помощь, для уточнения диагноза лица);

2) стационарная экспертиза (психиатрическое наблюдение за состоянием лица в условиях стационара);

3) экспертиза в кабинете у следователя (эксперт, участвуя в следственном действии, определяет, имеется ли психическое расстройство у лица или нет);

4) экспертиза в судебном заседании (уточняется изменение психического состояния лица в ходе судебного разбирательства, если ранее лицо было вменяемым);

5) заочная экспертиза (проводится без личного психиатрического обследования лица, основывается на показаниях родственников, коллег и письменных данных, содержащихся в материалах уголовного дела).

Таким образом, специальные знания специалистов в области судебной психологии и психиатрии играют существенную роль в деятельности, направленной на эффективное раскрытие и расследование преступлений. На наш взгляд, следует активизировать работу следователей (дознателей) с психиатрами по вопросам установления наличия у лица конкретного психического расстройства. При расследовании и раскрытии преступлений следователям (дознателям) необходимо уделять особое внимание подозреваемым и обвиняемым, страдающим данными психическими расстройствами, а также привлекать к профилактической работе с такими лицами психиатров и психологов.

Библиографический список

1. Апаршева, Е. С. Разграничение понятий «расследование преступления» и «раскрытие преступления» / Е. С. Апаршева, А. В. Новикова // Приоритетные научные направления: от теории к практике. – 2016. – № 27-2. – С. 124–128.

2. Ищенко, Е. П. К проблеме качества предварительного расследования преступлений / Е. П. Ищенко // Вестник Университета имени О. Е. Кутафина. – 2017. – № 5. – С. 120–134.

3. Кучерук, С. А. Тактика и взаимодействие органов следствия и дознания как основа деятельности при раскрытии и расследовании преступлений в особо сложных условиях : дис. ... канд. юрид. наук / Кучерук С. А. – Краснодар, 2002. – 218 с.

4. Вольская, М. В. Правовой аспект использования нетрадиционных форм специальных знаний: перспектива в будущее или «утопическая» реальность // Криминалистика: вчера, сегодня, завтра : сб. науч. тр. / М. В. Вольская. – Иркутск : Восточно-Сибирский институт МВД России, 2015. – С. 35–38.

5. Асаенко, Б. В. Правовая форма использования специальных знаний: криминалистический взгляд / Б. В. Асаенко // Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. – 2018. – Т. 12. – № 5. – С. 11–15.

6. Колмаков, П. А. Проблемы правового регулирования принудительных мер медицинского характера / П. А. Колмаков. – Сыктывкар : Сыктывкарский университет, 2001. – 187 с.

7. Сажаяев, А. М. Психологические особенности осмотра места происшествия / А. М. Сажаяев // Вестник академии Следственного комитета Российской Федерации. – 2016. – № 4. – С. 149–152.

8. Токарев, А. А. Возможности СМИ по предупреждению коррупции в системе оценки и сертификации квалификации в области юриспруденции / А. А. Токарев // Юридическое образование и наука. – 2012. – № 2. – С. 27–29.

9. Чуфаровский, Ю. В. Юридическая психология : учеб. пособие / Ю. В. Чуфаровский. – Москва : Право и Закон, 1997. – 320 с.

10. Шейфер, С. А. Следственные действия – правомерны ли новые трактовки? / С. А. Шейфер // Lex Russica. – 2015. – № 10. – С. 115–127.

11. Кондрашина, И. А. Допрос под гипнозом / И. А. Кондрашина, А. З. Миннегалимова // Гуманитарные научные исследования. – 2016. – № 3. – С. 196–198.

12. Музыченко, П. Б. Роль судебной медицины и психиатрии в раскрытии и расследовании преступлений / П. Б. Музыченко, О. В. Антонова // Современные проблемы уголовного права и процесса : сб. науч. тр. – Хабаровск : Тихоокеанский гос. ун-т, 2017. – С. 75–80.

Яшин Андрей Владимирович, доктор юридических наук, профессор, кафедра правоохранительной деятельности, Пензенский государственный университет.

E-mail: andrej.yaschin@yandex.ru

Мартышкина Юлия Викторовна, студентка, Пензенский государственный университет.

E-mail: yle4kapanika@yandex.ru

Образец цитирования:

Яшин, А. В. Использование знаний психологии и психиатрии при раскрытии и расследовании преступлений / А. В. Яшин, Ю. В. Мартышкина // Вестник Пензенского государственного университета. – 2019. – № 2 (26). – С. 19–24.

УДК 343.918

А. В. Яшин, В. Р. Слешкина

КРИМИНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИЧНОСТИ ЛИДЕРА И ЧЛЕНА РЕЛИГИОЗНОЙ СЕКТЫ

Аннотация. Исследуются отдельные вопросы криминологической характеристики лидеров и членов религиозных сект деструктивного воздействия. В рамках рассматриваемой проблемы анализируются их качества и способности, способствующие функционированию данных противоправных организаций. Делается вывод, что свойства личности лидеров и членов религиозных сект схожи с личностными особенностями субъектов, совершающих общественно опасные деяния в составе организованных преступных групп.

Ключевые слова: религия, секта деструктивного воздействия, лидер религиозной секты, член религиозной секты, криминологическая характеристика личности.

В последние годы процесс глобализации затронул практически все страны, вследствие чего произошла не только интеграция и унификация социально-экономической, культурной и политической систем, но и существенно повысился интерес к такому общественному феномену, как религия. Если до процесса глобализации религия не только заменяла правовые институты в некоторых государствах, но и представлялась народам, исповедующим ее, как нечто сверхъестественное и непостижимое разуму, то уже после интеграции культурных традиций и обычаев народов религия стала абстрактным понятием, являющимся неотъемлемой частью всех сфер жизни общества и государства.

Безусловно, принадлежность к религиозным течениям и школам является сугубо личным фактором для каждого человека, точно так же, как и ее отрицание, однако вопросы религии так или иначе затрагивают каждого человека. При этом отметим, что если религия и ее догматы используются в качестве подавления сознания личности с последующим корыстным влиянием на нее, то данное обстоятельство является сферой исследования не только сектоведов, но и криминологов [1, с. 20].

Как представляется, распространение сект в России было связано с тем, что ранее религиозные течения находились под запретом самого государства, именно оно диктовало, чему можно верить и за кем необходимо следовать. Это порождало волну заблуждений относительно того, что является истинно правильным либо полезным в том или ином религиозном течении, а что используется для господства над массами в личных целях.

На наш взгляд, на современном этапе развития общества сектами ошибочно признаются организации, пропагандирующие свои интересы, которые прямо диаметрально противоположны общественным интересам, поскольку такие организации не всегда имеют намерения использовать доверие своих членов в каких-то преступных целях и обозначение их со стороны государства и общественности как сект является неверным. Однако на территории Российской Федерации, к сожалению, существуют и организации деструктивного воздействия, появившиеся еще в 1990-е гг. XX в. Их деятельность носит противоправный характер, что заключается в психологическом воздействии на преданных им адептов, подавлении личности последних и стимулировании их к незаконным поступкам, несмотря на внешне созданные условия комфорта, уюта и дружелюбия.

Многие сектоведы отмечают, что на сегодняшний день не все секты являются религиозными, однако каждая из них использует религию в качестве «приманки» для своих

последователей, обещая избавление от проблем и сложных ситуаций путем служения Богу. В результате латентного психического манипулирования и даже насилия над сознанием своих адептов, осуществляемого под видом проповедей, ритуалов и встречающегося наиболее часто массового внушения в состояниях глубокого гипноза и самогипноза, членам религиозных сект наносится порой непоправимый вред здоровью [2, с. 170].

Еще с 1990-х гг. прошлого столетия сектоведы выделяли среди остальных организаций, пропагандирующих свои интересы, деструктивные секты, имеющие следующие особенности:

1) глубокая убежденность в том, что скоро наступит так называемый «апокалипсис» и выжить смогут только члены секты, поскольку они обладают специальными знаниями для этого;

2) уверенность в том, что только эта организация (секта) знает истинно правильный путь для познания сверхъестественных знаний и только она имеет право рассказывать всем о «божьих» предписаниях;

3) наличие тайного учения, сущность которого может быть постигнута лишь после прохождения обряда посвящения и обращения в веру, когда у членов секты полностью устраняются сомнения в том, что новобранец навсегда останется в их рядах;

4) под служением Богу скрывается подчинение интересам секты, которое всецело определяется интересами ее лидеров, а первоначальная связь с Богом вытесняется преданностью учителю или группе лидеров, которые действуют от его имени [3, с. 3].

Деструктивные секты действуют на нескольких уровнях.

1. *Личностный уровень.* Происходит процесс замещения естественно формирующейся личности человека сконструированной руководителем секты псевдоличностью со специфичным набором поведенческих, атрибутивных и речевых форм.

2. *Микросоциальный уровень.* Характеризуется процессом полного разрушения семьи. Член религиозной секты начинает вовлекать в нее всех членов семьи, включая детей.

3. *Макросоциальный уровень.* На данном уровне наличествует расслоение общества и образование значительных сектантских группировок, составляющих своеобразную оппозицию обществу со здоровой культурой и общепринятым мировоззрением [4, с. 15].

Поскольку секта не может существовать без лидера и членов, определяющих ее иерархию, направленность учения, мероприятия и процессы обращения новобранцев, следует рассмотреть криминологическую характеристику лидера религиозной секты.

Отметим, что организовать секту и стать ее лидером может не каждый человек, поскольку не все обладают совокупностью навыков и качеств, которые способствовали бы успеху ее создания. Безусловно, нет единого перечня признаков, представляющих собой их исчерпывающий набор, являющийся обязательным для каждого лидера. При этом на основе анализа, проведенного сектоведами и криминологами, можно сделать вывод о том, что все же существуют общие черты у лидеров сект того или иного направления.

Полагаем, что криминологическая характеристика личности участника секты схожа с особенностями личности организованного преступника, поскольку деятельность сект деструктивного воздействия связана с преступными деяниями, совершаемыми именно в организованной группе [5, с. 1521]. В данном случае такая характеристика будет представлять собой совокупность нравственно-психологических особенностей руководителя секты и взаимное влияние членов организованного преступного формирования. Поскольку деятельность руководителя секты и ее членов осуществляется в небольшой по объему внешней среде, представляющей собой обособленную группу, то ее характерной особенностью является формирование такого психологического феномена, как общность людей, где наиболее часто доминирует мотивационная сфера личности, помогающая членам секты и ее руководителю разделять общество на «своих» и «чужих» [6, с. 227].

Лидеры деструктивных религиозных объединений обосновывают для остальных членов организации свое лидерство исключительно как свое божественное происхождение либо обладание сверхъестественными силами, что заставляет остальных участников секты преклоняться перед лидером и подчиняться ему.

Исследователи утверждают, что интерпретация «божественного начала» лидера подразумевает несколько обстоятельств:

1) лидер может получить (открыть) Божественное начало в результате какого-либо стечения жизненных обстоятельств;

2) лидер считает себя посланцем Бога на Земле, что подразумевает определенную миссию;

3) лидер стал «живым Богом», то есть родился, обладая божественными силами [7, с. 210].

Соответственно, после того, как лидер религиозного течения вводит членов своей организации в заблуждение, последние начинают воспринимать его как божественную фигуру, обладающую такими сверхъестественными способностями, которые могут спасти их от жизненных бед, направить на правильный путь, принести пользу обществу и избавить его от страданий. Принятие членами религиозной секты такого образа своего лидера порождает в каждом из них сильнейшую психологическую зависимость от его мнения относительно совершения определенных поступков в той или иной жизненной ситуации, при этом учитываются внутренние предписания своей организации относительно порядка жизни. Успех лидерства в религиозной секте также зависит от харизматичности личности лидера, его способности вести за собой группу людей [8, с. 113].

Кроме того, одной из личностных характеристик лидеров деструктивных религиозных сект является и то, что нередко у них имеются психические заболевания или отклонения, позволяющие чувствовать и угадывать потребности, интересы и проблемы своих адептов с целью последующего использования полученной информации для программирования их сознания в личных целях. Такие лидеры обладают поразительной способностью понимать и видеть страхи, психологическую нестабильность, нервозность членов своей группы, благодаря либо психическим заболеваниям, либо навыкам и знаниям человеческой психологии, что также используется для подавления сознания как «новобранцев», так и адептов, усиливая их преданность. К примеру, Е. Н. Волков утверждает, что «феномен деструктивных культов представляет собой криминальную реализацию современных возможностей практической психологии независимо от того, имеют ли лидеры таких групп формальную психологическую подготовку или нет. Помимо интуитивно-самодельных реализаций систем по культовой ресоциализации, во многих случаях отчетливо просматривается массивное использование против личности достижений психологической науки и практики» [9, с. 92–93].

Еще одним немаловажным фактом, характеризующим лидера религиозной секты деструктивного воздействия, является пропаганда ритуальных убийств, которые сначала совершаются самими лидерами секты в качестве показательных выступлений, а затем через данный процесс проходят как новые члены секты, так и адепты. По мнению членов секты, ритуальные убийства служат своего рода этапом скрепления внутрисектантских отношений, связывающих каждого члена секты таким серьезным событием. Кроме того, в некоторых религиозных сектах деструктивного воздействия лидерами практикуется склонение адептов к отказу от традиционной медицинской помощи, что связано с догматами религиозного учения. Лидеры сект мотивируют данный отказ тем, что вмешательство медицинских организаций является недопустимым, поскольку это противоречит естественной природе человека, и только вера и молитвы, а также лидер и члены секты могут помочь человеку [10, с. 70].

На основе проведенных сектоведами исследований можно свидетельствовать, что тоталитарные секты и деструктивные культы проводят «чистку» в своих рядах. Лидеры и адепты избавляются от неудобных личностей, что дает возможность сектам укрепить свою власть над «правильными» членами организации [11, с. 119]. Проанализировав криминологическую характеристику личности члена религиозной секты деструктивного воздействия, необходимо отметить, что данный вопрос является актуальным как среди юристов и теологов, так и членов Русской православной церкви (далее – РПЦ).

Число сект деструктивного воздействия, распространившихся по территории России, увеличивается с каждым годом. Секты порой преследуют не только личные, но и корыстные цели, являясь коммерческим культом, основанном на религиозных догматах, и пропагандируют как можно большее вложение денежных средств и имущества для достижения определенного состояния «нирваны» и успокоения. Вопросы противодействия созданию таких сект и подавления влияния лидеров религиозных организаций деструктивного воздействия ученые предлагают решать по-разному. В частности, рекомендуется создание государственного реестра деструктивных религиозных организаций на основе опыта РПЦ. Так, в некоторых приходах РПЦ вывешиваются обновляемые списки новых религиозных организаций, представляющих опасность для психического и физического здоровья граждан. Считается, что подобная деятельность эффективно способствует профилактике распространения деятельности таких религиозных сект, поскольку становится известной не только верующим прихожанам, но и другим членам общества [10, с. 70].

Нравственно-психологические качества лидеров и других членов религиозных сект деструктивного воздействия характеризуются убежденностью в своей исключительности и превосходстве над всеми, соответственно, деятельность таких сект является скрытой от общества и их выявление представляется затруднительным даже для правоохранительных органов. В результате осуществления жесткого и скрытого контроля над поведением, манипулирования сознанием новых членов и адептов со стороны лидера, у первых возникает дезадаптация, расстройство личности, что является одним из главных факторов, детерминирующих преступное поведение членов религиозной секты. В ситуации, которая существует на сегодняшний день, противодействие незаконной деятельности религиозных сект ведется на всех уровнях, однако каких-то значительных законодательных изменений в сфере профилактики преступности с их стороны не имеется.

Таким образом, криминологическая характеристика личности лидеров и членов религиозных сект деструктивного воздействия свидетельствует о том, что на сегодняшний день их деятельность обладает разрушительным воздействием, направленным на общество и государство, а их личностные особенности позволяют функционировать сектам скрытно по всей стране, задействуя самые незащищенные слои населения.

Библиографический список

1. Лири, Т. Технологии изменения сознания в деструктивных культах : пер. с англ. / под ред. И. Митрофановой / Т. Лири, М. Стюарт. – Санкт-Петербург : Экслибрис, 2002. – 224 с.
2. Агеенкова, Е. К. Личностные особенности членов некоторых неокультных объединений / Е. К. Агеенкова // Профилактика психологического насилия и манипулирования сознанием и развитие критического мышления в молодежной среде : материалы междунар. науч.-практ. конф. (27–28 мая 2004 г., г. Киев) / под ред. М. М. Слюсаревского. – Киев : Украинский центр политического менеджмента, 2005. – С. 165–170.
3. Журавель, Е. Г. Психология группового преступного поведения / Е. Г. Журавель // Юридическая психология. – 2012. – № 2. – С. 2–4.
4. Егорцев, А. И. Тоталитарные секты: свобода от совести / А. И. Егорцев. – Москва : Информационно-издательский центр «Сектор», Московское Подворье Свято-Троицкой Сергиевой Лавры, 1997. – 107 с.

5. Горбунова, Ю. А. Религиозные секты современной России / Ю. А. Горбунова // Молодой ученый. – 2015. – № 10. – С. 1521–1523.
6. Дудкина, Е. И. Некоторые особенности криминологической характеристики участников организованных преступных формирований / Е. И. Дудкина // Вестник Саратовской государственной юридической академии. – 2014. – № 1. – С. 224–228.
7. Кудярова, Т. А. Психологическая реабилитация дезадаптированных участников деструктивных культов : учеб. пособие / Т. А. Кудярова. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский институт внешнеэкономических связей, экономики и права (ИВЭСЭП), 2014. – 340 с.
8. Катаев, А. А. Развитие психологического подхода к феномену сектанства / А. А. Катаев // Молодой ученый. – 2018. – № 1. – С. 113–115.
9. Волков, Е. Н. Преступный вызов практической психологии: феномен деструктивных культов и контроля сознания / Е. Н. Волков // Журнал практического психолога. – 1996. – № 2. – С. 87–93.
10. Демидов, А. В. Правовое обеспечение предупреждения преступности, связанной с противоправной деятельностью религиозных организаций деструктивного характера / А. В. Демидов // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. – 2010. – № 2. – С. 68–71.
11. Пожидаева, О. П. Компенсаторные и деструктивные механизмы духовной зависимости: постановка проблемы / О. П. Пожидаева // Инновационная наука. – 2016. – № 4–5. – С. 118–120.

Яшин Андрей Владимирович, доктор юридических наук, профессор, кафедра правоохранительной деятельности, Пензенский государственный университет.
E-mail: andrej.yaschin@yandex.ru

Слашкина Венера Рифатовна, студентка, Пензенский государственный университет.
E-mail: v.slashkina@yandex.ru

Образец цитирования:

Яшин, А. В. Криминологические особенности личности лидера и члена религиозной секты / А. В. Яшин, В. Р. Слашкина // Вестник Пензенского государственного университета. – 2019. – № 2 (26). – С. 25–29.

МЕДИЦИНА И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

УДК 572 + 902

Д. С. Иконников, О. А. Калмина, О. В. Калмин

ЧЕРЕП ИЗ ЧЕРНОЗЕРСКОГО МОГИЛЬНИКА XIV в.

Аннотация. Описывается череп, происходящий с древнемордовского Чернозерского могильника XIV-XV вв. Этот археологический памятник располагается в Верхнем Примокшанье, на территории Мокшанского района Пензенской области. Череп характеризуется выраженной долихократией и малым значением наименьшей ширины лба.

Ключевые слова: Верхнее Примокшанье, древняя мордва, краниометрия, Чернозерский могильник.

Введение

Чернозерский мордовский могильник, датирующийся поздним средневековьем, располагается в окрестностях села Чернозерье Мокшанского административного района Пензенской области. Памятник исследован в 1928 г. Н. И. Спрыгиной. Пензенский археолог М. Р. Полесских датировал его XIV–XV вв. [1, с. 90]. В 1992 г. В. И. Первушкин опубликовал археологические материалы с могильника, хранящиеся в Пензенском государственном краеведческом музее [2].

В антропологической лаборатории кафедры «Анатомия человека» Медицинского института Пензенского государственного университета хранится череп человека (инв. № Чм-1), происходящий с Чернозерского могильника (рис. 1). Так как в настоящее время неизвестно других антропологических материалов с этого памятника, череп представляет определенный научный интерес. Так как череп был частично депаспортизирован, невозможно установить, из какого именно погребения он происходит (подпись на упаковочном материале «п. № 24» не может помочь, так как на памятнике вскрыто только 14 погребений [1, с. 90]).



Рис. 1. Череп с Чернозерского могильника

Материал и методы

У черепа практически полностью утрачен лицевой отдел и сильно повреждено основание. У лобной кости разрушен правый скуловой отросток и большая часть правой глазничной части. В правой части лобной чешуи находится большая деформирующая дугообразная трещина, проходящая параллельно височной линии и распространяющаяся на смежную часть правой теменной кости. На наружной поверхности теменных костей наблюдаются небольшие трещины. Левее и немного впереди от обелиона видна сравнительно крупная зарубка, нанесенная предметом с плоской прямой режущей поверхностью. У затылочной кости утрачены базальная и латеральные части и нижняя часть чешуи. У обеих височных костей почти до основания разрушены скуловые отростки. У правой височной кости деформирована чешуя.

Разрушена решетчатая кость, от клиновидной кости сохранились небольшие фрагменты в области правого и левого птерионов, а также участок вблизи суставного бугорка и суставной впадины правой височной кости. Кроме того, сохранился фрагмент левого малого крыла, в месте его соединения с левой глазничной частью лобной кости.

Наружная поверхность черепа имеет охристо-желтый цвет, внутренняя поверхность – песочно-желтый.

Измерение черепа осуществлено в соответствии с общепринятой методикой [3].

Результаты и обсуждение

Череп принадлежал взрослой женщине в возрасте 30–40 лет. Он характеризуется сравнительно небольшими размерами. Справа и слева наблюдаются вставочные кости в птерионе, не менее одной вставочной кости наблюдается в средней части левой половины ламбдовидного шва.

Продольный диаметр черепа (1. Март.) очень большой (192,0 мм). Поперечный диаметр (8. Март.) малый (130,0 мм). Череп имеет выраженное долихокранное строение, значение черепного указателя (8:1. Март.) составляет всего 67,7.

Из-за посмертного разрушения основания черепа невозможно определить его высотный диаметр (17. Март.). Вероятнее всего, он тоже был малым, по крайней мере, не превышал пределов средних по общемировому масштабу величин. Из-за посмертных разрушений следует критически относиться к измерению ширины основания черепа (11. Март.), составившей 111,0 мм (малая величина).

Лобная (29. Март.) и теменная (30. Март.) хорды большие (113,0 и 115,0 мм соответственно). Наименьшая ширина лба (9. Март.) очень малая (85,5 мм) даже для женщины. Характерной особенностью черепа является большая (27,2 мм) высота изгиба лба (Биом. SubNβ), указатель выпуклости лба (Биом., Март. SubNβ:29) также большой (24,1).

Ширина затылка (12. Март.) малая (99,0 мм). При этом затылочно-лобный (12:9. Март.) указатель средний (115,8). Затылочно-поперечный указатель (12:8. Март.) также малый (76,2).

В целом, у черепа наблюдается общая тенденция к закономерному уменьшению величин, измерение которых осуществляется в поперечной плоскости. Это относится к поперечному диаметру, ширине основания черепа, наименьшей ширине лба и ширине затылка. Лобно-поперечный указатель (9:8. Март.) при этом малый (65,8), но близок к нижней границе средних величин.

Одновременно с этим наблюдается общая тенденция к увеличению метрических характеристик, измеряемых в сагиттальной плоскости. В первую очередь наблюдалось увеличение продольного диаметра черепа. При этом закономерно увеличивались лобная и теменная хорды. Лобно-продольный (29:1. Март.) и теменно-продольный (30:1. Март.) указатели малые (соответственно 58,9 и 59,9), но располагаются близко к нижней грани-

це средних величин. Таким образом, наблюдалось гармоничное увеличение сагиттальных размеров всех отдельных элементов мозгового отдела.

В целом, долихокrania была типична для средневековой мордвы. Так, черепной указатель женщин Селиксенского могильника II–VII вв. (суммарная серия) составлял 77,2, мужчин – 68,5 [4, табл. 70–71]. В объединенной серии средневековой мордвы (краниологические материалы Муранского, Барбашинского и Аткарского могильников) черепной указатель составлял 73,6 для мужчин и 76,1 для женщин [5, табл. 38]. Наши собственные наблюдения подтверждают факт, что в период средневековья в составе мордвы важную роль играл долихокраний компонент [6, с. 37, табл. 1, 7, с. 158]. Примечательно, что значение высотного диаметра черепа у средневековой мордвы также не превышало средние величины [4, табл. 38], так что чернозерский череп был морфологически близок им по строению мозгового отдела.

Таблица 1

**Метрические показатели и индексы черепа
с Чернозерского могильника**

Наименование показателя	Величина	Наименование индекса	Величина:
1. Продольный диаметр	192,0	8:1. Поперечно-продольный	67,7
8. Поперечный диаметр	130,0	29:1. Лобно-продольный	58,9
12. Ширина затылка	99,0	30:1. Теменно-продольный	59,9
29. Лобная хорда	113,0	12:30. Теменной широтно-продольный	86,1
30. Теменная хорда	115,0	12:8. Затылочно-поперечный	76,2
SubNβ. Высота изгиба лба	27,2	12:9. Затылочно-лобный	115,8
		SubNb:29 Выпуклости лба	24,1
		9:8. Лобно-поперечный	65,8

Долихокrania черепа выражена очень сильно. Это не могло быть только результатом посмертной деформации. По этому признаку череп обнаруживает наибольшее сходство с другим средневековым мордовским черепом, также хранящимся в антропологической лаборатории кафедры «Анатомия человека» Пензенского государственного университета [8]. Этот череп происходит со Старосотенского или со Степановского могильника (подпись на упаковочном материале «Ст. м.» не позволяет более точно интерпретировать его происхождение). Его продольный диаметр составляет 186,0 мм, поперечный – около 129,0 мм (к данному измерению следует относиться критически, так как у черепа не сохранились височные кости). Черепной указатель, по-видимому, составлял 69,4, то есть был очень мал по мировому масштабу. Морфологическое сходство двух черепов, происходивших с двух различных мордовских могильников на территории Пензенской области, указывает на то, что выраженная долихокrania была типична для средневековой мордвы Верхнего Посурья и Примокшанья.

У чернозерского черепа наблюдается малая величина наименьшей ширины лба, что является весьма характерной особенностью. Для черепов Селиксенского могильника, суммарной серии Муранского, Барбашинского и Аткарского могильников характерна средняя ширина лба [4, табл. 70–72, 4, табл. 38], так же как у черепа со Старосотенского могильника [8].

Выводы

Женский череп, происходивший с Чернозерского могильника XIV–XV вв., отличается выраженной долихокранией, сочетающейся с, видимо, сравнительно небольшим высотным диаметром мозгового отдела и очень малой величиной наименьшей ширины

лба. Удлиненный неширокий и невысокий череп вполне типичен для средневековой мордвы. Но у нее чаще наблюдается средняя ширина лба.

На основе единичной находки нельзя судить о морфологических особенностях всей серии. Но результаты краниологического исследования предполагается использовать в комплексном исследовании с привлечением краниологических материалов с различных археологических памятников региона.

Библиографический список

1. Полесских, М. Р. Археологические памятники Пензенской области: Путеводитель / М. Р. Полесских. – Пенза : Приволж. книжн. изд-во. Пензенск. отделение, 1970. – 158 с.
2. Первушкин, В. И. Чернозерский могильник (по материалам раскопок Н. И. Спрыгиной в 1928 г.) / В. И. Первушкин // Новые страницы истории Отечества. – Пенза, 1992. – С. 13–18.
3. Алексеев, В. П. Краниометрия. Методика антропологических исследований / В. П. Алексеев, Г. Ф. Дебец. – Москва : Наука, 1964. – 127 с.
4. Алексеева, Т. И. Этногенез восточных славян: По данным антропологии / Т. И. Алексеева. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1973. – 327 с.
5. Алексеев, В. П. Происхождение народов Восточной Европы (Краниологическое исследование) / В. П. Алексеев. – Москва : Наука, 1969. – 323 с.
6. Иконников, Д. С. Восточный компонент в составе средневековой мордвы: По материалам Ражкинского могильника (Предварительные данные) / Д. С. Иконников, О. В. Калмин, О. А. Калмина // Актуальные проблемы гуманитарных и общественных наук : сб. статей. – Пенза, 2015. – С. 36–45.
7. Иконников, Д. С. Антропологические материалы Ражкинского могильника / Д. С. Иконников, О. В. Калмин, О. А. Калмина // Долина древней мордвы : монография. – Пенза, 2016. – С. 155–167.
8. Иконников, Д. С. Антропологический материал из окрестностей Наровчата / Д. С. Иконников, О. А. Калмина, Н. А. Сазонова // Средневековый город Мохши и Наручатская земля : материалы Всерос. науч. конф. 23–24 сентября 2010 г. – Пенза, 2010. – С. 91–99.

Иконников Дмитрий Сергеевич, кандидат исторических наук, заведующий антропологической лабораторией кафедры анатомии человека, Пензенский государственный университет.
E-mail: ikonnikof-ds@mail.ru

Калмина Ольга Анатольевна, кандидат медицинских наук, доцент, кафедра анатомии человека, Пензенский государственный университет.
E-mail: okalmina@gmail.com

Калмин Олег Витальевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии человека, Пензенский государственный университет.
E-mail: ovkalmin@gmail.com

Образец цитирования:

Иконников, Д. С. Череп из Чернозерского могильника XIV в. / Д. С. Иконников, О. А. Калмина, О. В. Калмин // Вестник Пензенского государственного университета. – 2019. – № 2 (26). – С. 30–33.

УДК 572 + 616-091

О. А. Калмина, О. В. Калмин, Д. С. Иконников

АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ СЕЛА КОЧЕТОВКА КАМЕНСКОГО РАЙОНА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Характеризуются особенности человеческого скелета, который был получен в результате эксгумации, проводившейся 6 сентября 2018 г. в селе Кочетовка Каменского района Пензенской области. Скелет принадлежал И. И. Поташеву (1839–1886), который был канонизирован Московским патриархатом Русской православной церкви под именем блаженного Иоанна Кочетовского. Во время эксгумации череп и некоторые кости посткраниального скелета были измерены. Череп отличался массивностью и мезокранным строением. Для лицевого скелета было характерно мозаичное сочетание черт большой европеоидной и большой монголоидной рас. Длина тела индивида при жизни составляла приблизительно 160 см. На черепе и костях посткраниального скелета наблюдались различные аномалии и следы патологических изменений.

Ключевые слова: И. И. Поташев, село Кочетовка, череп, посткраниальный скелет, морфологические особенности, длина тела, аномалии.

Введение

6 сентября 2018 г. в селе Кочетовка Каменского района Пензенской области производилось вскрытие одиночного погребения, находящегося рядом с Михаило-Архангельской церковью. В эксгумации и археологических работах принимали участие директор Института непрерывного образования Пензенского государственного университета, доктор исторических наук Г. Н. Белорыбкин; заведующий антропологической лабораторией кафедры «Анатомия человека» Медицинского института Пензенского государственного университета, кандидат исторических наук Д. С. Иконников и сотрудник ООО НПЦ «Цера» С. В. Краснов.

В ходе работ был полностью раскопан и исследован один человеческий скелет, принадлежавший, по словам местных священнослужителей, Ивану Ивановичу Поташеву (Иоанну Кочетовскому), канонизированному в 2018 г. Московским патриархатом Русской православной церкви в чине блаженного [1, с. 2]. Годы жизни И. И. Поташева – 1839–1886. Эксгумационные работы были частью мероприятия обретения мощей.

В ходе эксгумационных работ осуществлены визуальный осмотр и измерение черепа и некоторых длинных трубчатых костей посткраниального скелета. В дальнейшем доцентом кафедры «Анатомия человека», кандидатом медицинских наук О. А. Калминой по фотографиям отдельных костей, также сделанных во время эксгумации, выявлены аномалии и предположительно диагностированы патологические изменения.

Материал и методы

Измерительные работы осуществлялись в соответствии с общепринятыми краниометрической [2] и остеометрической [3] методиками.

Сохранность антропологических материалов сравнительно хорошая, местами на отдельных костях наблюдаются небольшие участки посмертных разрушений. У большинства грудных и шейных позвонков посмертно утрачена вершина остистого отростка.

ка, повреждены отдельные ребра, разрушена верхняя часть симфизимальной поверхности и смежная часть верхней ветви лобковой кости правой тазовой кости, повреждена головка левой лучевой кости. Поверхность костей имеет характерный красноватый цвет.

Результаты и обсуждение

Скелет принадлежал мужчине в возрасте 35-50 лет (возрастная когорта *Maturus*). Форма черепа сфероидная (рис. 1).



Рис. 1. Череп. Верхняя и фронтальная проекции

Степень выступания надпереносья выражена на 4 балла, развитие надбровных дуг – на 2 балла. Наблюдается сильное развитие сосцевидного отростка (3 балла). Нижний край грушевидного отверстия имеет антропинную форму. Индивидуальными особенностями черепа являются сохранение метопического шва и наличие вставочных костей в теменно-сосцевидном шве (по одной справа и слева). У индивида при жизни утрачены первый верхний моляр слева и второй и третий верхние моляры справа. На зубах верхней и нижней челюстей встречены очаги прижизненной деминерализации (кариес). Интересной особенностью зубной системы индивида является характерная лопатообразная форма верхних латеральных резцов (не менее 2 баллов). Проследить наличие лопатообразности на медиальных резцах не представляется возможным из-за сильной сточенности зубной коронки.

Череп характеризуется сравнительно большой величиной и массивностью. Продольный диаметр мозгового отдела черепа (1. Март.) большой по общемировому масштабу (192,0 мм), так же как поперечный диаметр (8. Март.), составляющий 149,0 мм. По черепному указателю (8:1. Март.) череп мезокранный (77,6). Отмечается сравнительно небольшой (134,0 мм, средний по общемировому масштабу) высотный диаметр черепа (17. Март.), так что высотно-продольный (17:1. Март.) указатель (69,8) попадает в категорию малых величин (табл. 1). Обращает на себя внимание очень большая (108,0 мм) величина наименьшей ширины лба (9. Март.).

Ширина основания черепа (11. Март.) очень большая (133,0 мм), ширина затылка (12. Март.) большая (114,0 мм). Аурикулярно-поперечный указатель (11:8. Март.) средний по общемировому масштабу (89,3). Малая величина (105,6) затылочно-лобного указателя (12:9. Март.) обусловлена очень большой шириной лба. Лобная хорда (29. Март.) средняя (113,0 мм). Теменная хорда (30. Март.) также средняя (117,0 мм). В категорию

средних по общемировому масштабу величин (97,4) попадает, кроме того, теменной широтно-продольный указатель (12:30. Март.). Затылочная хорда (31. Март.) средняя (101,0 мм), так же как (112,9) затылочный поперечно-продольный указатель (12:31. Март.).

Таблица 1

Метрические характеристики черепа из села Кочетовка

12:9. Затылочно-лобный указатель	105,6	12:9. Затылочно-лобный указатель	32,8	52. Высота орбиты	192,0	1. Продольный диаметр
29:1. Лобно-продольный указатель	58,9	29:1. Лобно-продольный указатель	152,8	77. Назомалярный угол	149,0	8. Поперечный диаметр
9:8. Лобно-поперечный указатель	72,5	9:8. Лобно-поперечный указатель	120,6	zm'. Зигомаксиллярный угол	134,0	17. Высотный диаметр
30:1. Теменно-продольный указатель	60,9	30:1. Теменно-продольный указатель	6,3	SC. Симогическая ширина	101,0	5. Длина основания черепа
12:30. Теменной широтно-продольный указатель	97,4	12:30. Теменной широтно-продольный указатель	1,9	SS. Симогическая высота	108,0	9. Наименьшая ширина лба
31:1. Затылочно-продольный указатель	52,6	31:1. Затылочно-продольный указатель	27,0	DC. Дакриальная ширина	133,0	11. Ширина основания черепа
12:8. Затылочно-поперечный указатель	76,5	12:8. Затылочно-поперечный указатель	1,7	DS. Дакриальная высота	114,0	12. Ширина затылка
12:31. Затылочный широтно-продольный указатель	112,9	12:31. Затылочный широтно-продольный указатель	Сфен.	Форма черепа сверху	113,0	29. Лобная хорда
45:8. Поперечный фацио-церебральный указатель	94,0	45:8. Поперечный фацио-церебральный указатель	4	Надпереносье	117,0	30. Теменная хорда
48:17. Вертикальный фацио-церебральный указатель	57,5	48:17. Вертикальный фацио-церебральный указатель	2	Надбровные дуги	101,0	31. Затылочная хорда
40:5. Указатель выступания лица	102,0	40:5. Указатель выступания лица	3	Сосцевидный отросток	140,0	45. Скуловой диаметр
47:45. Общий лицевой указатель	88,6	47:45. Общий лицевой указатель	77,6	8:1. Черешной указатель	99,0	40. Длина основания лица
48:45. Верхний лицевой указатель	55,0	48:45. Верхний лицевой указатель	69,8	17:1. Высотно-продольный указатель	77,0	48. Верхняя высота лица
54:55. Носовой указатель	44,8	54:55. Носовой указатель	89,9	17:8. Высотно-поперечный указатель	124,0	47. Полная высота лица
DS:DC. Дакриальный указатель	43,3	DS:DC. Дакриальный указатель	172,4	(29+30+31):1. Указатель суммы трех хорд	56,0	55. Высота носа
SS:SC. Симогический указатель	30,2	SS:SC. Симогический указатель	52,6	5:1. Базиллярно-продольный указатель	25,1	54. Ширина носа
52:51. Орбитный максилло-фронтальный указатель	81,2	52:51. Орбитный максилло-фронтальный указатель	100,0	5:30. Базиллярно-теменной указатель	40,4	51. Ширина орбиты от максилло-фронтале
52:51a. Орбитный дакриальный указатель	86,1	52:51a. Орбитный дакриальный указатель	89,3	11:8. Аурикулярно-поперечный указатель	38,1	51a. Ширина орбиты от дакриона

Длина основания черепа (5. Март.) и длина основания лица (40. Март.) средние (101,0 и 99,0 мм соответственно), по указателю Фогта-Флауэра (40:5. Март.) череп мезогнатный.

Назомалярный угол (77. Март.) очень большой (152,8°), тогда как зигомаксиллярный угол (Биом. zm') малый (120,6°). Таким образом, череп характеризуется сильным уплощением верхней части лицевого скелета в сочетании с резкой горизонтальной профилировкой на уровне средней части лица.

Скуловой диаметр (45. Март.) большой (140,0 мм), так же как верхняя и полная высота лица (48. Март., 47. Март.) (соответственно 77,0 и 124,0 мм). По верхнелицевому указателю (48:45. Март.) лицевой скелет характеризуется лептопрозопией на границе с мезопрозопией (55,0), по лицевому указателю (47:45. Март.) – мезопрозопией (88,6).

Ширина орбиты от максилло-фронтале (51. Март.) средняя (40,4 мм), ширина от дакриона (51a. Март.) малая (38,1 мм). Высота орбиты (52. Март.) малая (32,8 мм). Ор-

бита характеризуется мезоконхным (соответственно 81,2 и 86,1) строением орбиты по обоим указателям (52:51. Март. и 52:51а. Март.).

Череп отличается большой высотой носа (55. Март.), составившей 56,0 мм, что в сочетании со средней (25,1 мм) шириной носа (54. Март.) дает малый, лепторинный (44,8) носовой указатель (54:55. Март.). Симотическая высота (Биом. SS) составляет 1,9 мм, т.е. относится к категории очень малых по общемировому масштабу величин. Симотическая ширина (Биом. SC) также малая (6,3 мм). Симотический указатель (Биом. SS:SC) также попадает в категорию малых величин (30,2). Дакриальная высота (Биом. DS) сравнительно большая (11,7 мм), но из-за очень большой величины (27,0 мм) дакриальной ширины (Биом. DC) дакриальный указатель (Биом. DS:DC) малый (43,3). Таким образом, у черепа наблюдалось низкое переносье. Угол выступания носа (75(1). Март.) не мог быть определен из-за отсутствия оборудования. Визуально эта величина сравнительно небольшая и не превышает 20°.

Нижняя челюсть характеризуется большой высотой ветви (70. Март.) и шириной ветви (71а. Март.). Указатель ветви нижней челюсти (71а:70. Март.) средний (52,9). Мыщелковая ширина (65. Март.) составляет 132,0 мм (большая по общемировому масштабу величина). Угловая ширина (66. Март.) средняя (100,0 мм), передняя ширина (67. Март.) большая (48,0 мм). В категорию больших величин попадает также высота симфиза (69. Март.) и высота тела челюсти (69(1). Март.) (36,0 и 35,0 мм соответственно). Толщина тела (69(3). Март.) средняя (13,0 мм), так что указатель толщины нижней челюсти (69(3):69(1). Март.) средний на границе с малыми величинами (37,1).

Осуществлен индивидуальный подсчет условной доли монголоидного элемента (УДМЭ) по Г. Ф. Дебецу [4]. За угол выступания носа была принята величина 20°. Преаурикулярный фацио-церебральный указатель (ПФЦ) составил 92,1. Вместе с показателем уплощенности лицевого скелета (УЛС), составившим 69,3, обе величины попали в диапазоны, характерные для расово-смешанных групп. Величина УДМЭ составила 63,5 %.

В ходе эксгумации измерена наибольшая длина некоторых длинных трубчатых костей посткраниального скелета. Наибольшая длина правой и левой ключиц (Cl1) соответственно составляет 143,0 и 146,0 мм, что соответствует средней величине по рубрикации Д. В. Пежемского (2011) [5]. Наибольшая длина правой и левой плечевых костей (H1) соответственно 307,0 и 303,0 мм. Длина правой кости ниже средней, длина левой – малая по общемировому масштабу. Наибольшая длина правой лучевой кости (R1) составляет 231,0 мм (малая величина), длина левой кости не определена из-за частичного посмертного разрушения головки. Наибольшая длина обеих бедренных костей (F1) составляет 429,0 мм (ниже среднего). Наибольшая длина правой и левой большеберцовых костей (T1a) соответственно равна 348,0 мм (малая величина) и 352,0 мм (ниже среднего).

На основе измерений длинных трубчатых костей по формуле К. Пирсона и А. Ли был определен приблизительный рост индивида. В ходе подсчетов для определения общей длины большеберцовых костей (T1) из наибольшей длины (T1a) вычтено 6,0 мм. Отсутствующий размер наибольшей длины левой лучевой кости (R1) был заменен аналогичной величиной правой лучевой кости. По длине костей правой половины тела рост индивида составлял приблизительно 160,0 см, по левой стороне – 159,8 см. Таким образом, длина тела индивида при жизни была приблизительно равна 160 см, что немного ниже среднего роста для современных мужчин.

Обнаружено обызвествление щитовидного и перстневидного хрящей гортани с образованием «окон» в пластинах щитовидного хряща, пластине и дуге перстневидного хряща, соответствующее возрасту 40–60 лет (рис. 2).



Рис. 2. Окостенение хрящей гортани:
а – щитовидный хрящ; б – перстневидный хрящ

Также имеется неполное сращение дуги первого крестцового позвонка с формированием широкого входа в крестцовый канал, прикрытый остистым отростком пятого поясничного позвонка (рис. 3).



Рис. 3. Неполное сращение дуги первого крестцового позвонка:
а – вид сзади; б – вид сзади и снизу

Обнаружен укороченный и утолщенный клювовидный отросток левой лопатки с широким основанием (рис. 4).



Рис. 4. Клювовидный отросток правой лопатки. Вид сверху

Выводы

В целом, череп характеризуется большой величиной мозгового и лицевого отделов, мезокранией, лептопрозопией по верхнелицевому указателю и мезопрозопией по общему лицевому указателю. Наблюдается сильное уплощение верхней части лицевого скелета в сочетании с резкой горизонтальной профилировкой средней части лица. Орбита имеет мезоконхное строение, нос – выраженное лепторинное. Наблюдается сравнительно слабое выступание переносья и относительно небольшой угол выступления носа. Сочетание данных морфологических особенностей с лопатообразным строением верхних латеральных резцов указывает на то, что индивид характеризуется мозаичным сочетанием европеоидных и монголоидных черт.

Прижизненная длина тела индивида составляла приблизительно 160,0 см. Сравнительно небольшой рост в сочетании с очень крупной головой придавал индивиду очень характерный облик.

Характерными особенностями индивида являются также неполное сращение дуги первого крестцового позвонка и укороченный и утолщенный клювовидный отросток правой лопатки.

Библиографический список

1. Житие блаженного Иоанна Кочетовского // Пензенские епархиальные ведомости. – Пенза. – 2018. – № 11. – С. 2–14
2. Алексеев, В. П. Краниометрия. Методика антропологических исследований / В. П. Алексеев, Г. Ф. Дебец. – Москва : Наука, 1964. – 127 с.
3. Алексеев, В. П. Остеометрия. Методика антропологических исследований / В. П. Алексеев. – Москва : Наука, 1966. – 250 с.
4. Дебец, Г. Ф. Опыт краниометрического определения доли монголоидного компонента в смешанных группах населения СССР / Г. Ф. Дебец // Проблемы антропологии и исторической этнографии Азии. – Москва : Наука, 1968. – С. 13–22
5. Пежемский, Д. В. Изменчивость продольных размеров трубчатых костей человека и возможности реконструкции телосложения : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Пежемский Д. В. – Москва, 2011. – 24 с.

Калмина Ольга Анатольевна, кандидат медицинских наук, доцент, кафедра анатомии человека, Пензенский государственный университет.

E-mail: okalmina@gmail.com

Калмин Олег Витальевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии человека, Пензенский государственный университет.

E-mail: ovkalmin@gmail.com

Иконников Дмитрий Сергеевич, кандидат исторических наук, заведующий антропологической лабораторией кафедры анатомии человека, Пензенский государственный университет.

E-mail: ikonnikof-ds@mail.ru

Образец цитирования:

Калмина, О. В. Антропологические материалы из села Кочетовка Каменского района Пензенской области / О. А. Калмина, О. В. Калмин, Д. С. Иконников // Вестник Пензенского государственного университета. – 2019. – № 2 (26). – С. 34–39.

УДК 616.9

В. Л. Мельников, Л. Н. Афтаева, В. В. Горин, А. В. Кубынин

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ И КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ МЕНИНГИТОВ И МЕНИНГОЭНЦЕФАЛИТОВ

Аннотация. Среди инфекционных заболеваний центральной нервной системы менингиты остаются одной из самых актуальных проблем. Изучены 213 случаев заболеваний менингитом. В ходе исследования больные были разделены на две группы: 175 пациентов с менингитом и 38 с менингоэнцефалитом. Во время изучения учитывались этиология возбудителя, клиническое течение, результаты лабораторных и инструментальных исследований. Установлено, что большую часть исследуемых составляют лица с неустановленной этиологией. Пациенты с менингоэнцефалитами чаще подлежат госпитализации в отделение реанимации и интенсивной терапии.

Ключевые слова: серозные и гнойные менингиты, менингоэнцефалит, спинномозговая жидкость, полимеразная цепная реакция.

Актуальность

Проблему диагностики и лечения менингитов и менингоэнцефалитов нельзя считать решенной даже при значительно возросшем арсенале диагностических и лечебных возможностей. Данное заболевание относится к остро прогрессирующим болезням, что определяет социальную значимость заболевания [1, 2]. Этиологическая структура менингитов отличается большим разнообразием: причинами заболевания могут быть вирусы, бактерии, грибы. Среди этиологических возбудителей доминируют *Streptococcus pneumoniae*, *Neisseria meningitidis* и *Haemophilus influenzae* [3]. Наибольшую эпидемиологическую опасность представляют менингококки и энтеровирусы, которые способны вызывать не только спорадические случаи заболевания, но и крупные вспышки [1, 2]. Факторами, способствующими тяжелому течению менингитов, являются поздняя госпитализация больного и недооценка тяжести состояния. Возрастает роль резистентности возбудителей к антибиотикам [2, 4].

Наиболее часто встречаются менингококковый и вторичные гнойные менингиты, на третьем месте вирусные менингиты [5]. Также существует грибковый менингит, который наиболее часто встречается у людей со значительно сниженным иммунитетом (СПИД, длительная иммуносупрессивная терапия, химиотерапия) [6]. Острые менингиты характеризуются подъемами и спадами уровня заболеваемости, интервалы между которыми составляют три-четыре года. По данным Росстата, заболеваемость менингитами в Российской Федерации с 2003 г. имеет выраженную тенденцию к снижению, но при этом заболеваемость в 2017 г. возросла по сравнению с 2016 г. на 16 % [2]. В связи с вышеизложенным нами проведен анализ этиологии и клинического течения менингитов и менингоэнцефалитов.

Цель исследования

Изучить клинические особенности течения менингитов и менингоэнцефалитов среди взрослых пациентов.

Результаты исследования

Проведен ретроспективный анализ 213 историй болезней с менингитами и менингоэнцефалитами. Пациенты были разделены на две группы: первая группа представлена

175 больными с менингитами (82 %); вторую группу составили 38 человек с менингоэнцефалитами (18 %). Диагноз верифицирован методом полимеразной цепной реакции с исследованием спинномозговой жидкости (СМЖ) и вирусологического анализа мазков из зева.

Возраст пациентов первой группы варьировал от 18 до 78 ($44,7 \pm 10,5$) лет, средний койко-день пребывания в стационаре составил $20,0 \pm 4,3$ дня. Анализ состава населения показал, что 55,4 % приходится на женщин, городское население представлено 51,5 % заболевших. В зимний период поступило 33 % пациентов, 31 % больных было госпитализировано весной, летом – 24 % заболевших, 12 % обследованных направлены осенью. Во второй группе возраст варьировал от 19 до 83 ($49,5 \pm 12,6$) лет, средний койко-день составил $21,0 \pm 3,2$ дня, 61 % обследованных составили женщины, жители города госпитализированы в 61 % случаев. Зимой направлены 30 % пациентов, весной госпитализированы 25 % больных, летом поступило 30 % заболевших, осенью зарегистрировано 15 % обследованных.

При анализе направительных диагнозов первой группы выяснилось, что 77 % больных поступили с диагнозом менингит, с лихорадкой неясного генеза зарегистрировано 10 % пациентов, с ОРВИ направлено 6 % заболевших, острая кишечная инфекция установлена у 3 % больных, в 2 % случаев больные госпитализированы с геморрагической лихорадкой с почечным синдромом (ГЛПС), самообращение зафиксировано у 12 % заболевших. Во второй группе с менингитом направлено 86 % пациентов, с лихорадкой неясного генеза – 8 % поступивших, с ОРВИ госпитализировано 6 % обследованных, самообращение зафиксировано в 10 % случаев.

Госпитализация пациентов проводилась в разные сроки с момента заболевания и составила от 24 часов до 20 дней. В первой группе заболевших с первого по третий день поступило 47 % пациентов, с третьего по пятый день – 24 % заболевших, после пятого дня направлено 29 % больных. Во второй группе больных в первые три дня госпитализировано 44 % заболевших, с третьего по пятый день – 26 % пациентов, после пятого дня поступило 30 % обследованных.

Нами проведен анализ сопутствующей патологии в группах. Среди пациентов первой группы гипертоническая болезнь выявлена у 45 пациентов, ишемическая болезнь сердца установлена у 28 заболевших, сахарный диабет 2 типа имели 12 больных, с хронической сердечной недостаточностью госпитализировано шесть обследованных. Желчно-каменную болезнь обнаружили у 14 пациентов, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки наблюдали у 10 больных, с хронической обструктивной болезнью легких поступило пять человек, на хронический гломерулонефрит приходилось четыре случая, и по три пациента выявлены с хроническим гепатитом С и ВИЧ-инфекцией. У одного больного выявлены расстройства поведения, связанные с употреблением алкоголя. Среди пациентов второй группы гипертоническая болезнь регистрировалась у восьми заболевших, ишемическая болезнь сердца – у шести госпитализированных, выявлен один случай бронхиальной астмы, черепно-мозговая травма в анамнезе была у одного больного.

В первой группе в 83 % случаев заболевание начиналось остро с повышения температуры до $38-40$ °С, головная боль обнаружена у 80 % госпитализированных, тошнота и рвота беспокоили 50 % больных. Нарушения уровня сознания выявлены в 23 % случаях: из них у 20 % обследованных зарегистрирован сопор, и у 3 % пациентов наблюдалась кома. Сыпь диагностировалась у 22 % заболевших. Катаральные явления в виде ринита, кашля или першения в горле наблюдались у 13 % больных. Менингеальные симптомы проявлялись симптомом Кернига в 58 % случаях и ригидностью мышц затылка у 72 % госпитализированных.

Во второй группе головная боль выявлена у 87 % пациентов, лихорадка обнаружена у 78 % больных, тошнота и рвота регистрировалась в 44 % случаев, судороги беспокоили

12 % обследованных. Нарушение уровня сознания в виде сопора наблюдалось у 56 % заболевших, очаговая симптоматика в виде анизокории выявлялась у 12 % пациентов, у 8 % больных установлено нарушение речи, и в 6 % случаев диагностировано наличие зрительных галлюцинаций. Симптом Кернига наблюдался у 82 % больных, ригидность мышц затылка зарегистрирована в 100 % случаев.

Проанализирован характер воспалительных изменений головного мозга. Серозный менингит выявлен у 48% пациентов, гнойный менингит у 52 % больных первой группы. Во второй группе серозный менингоэнцефалит наблюдался в 65 % случаев, гнойный менингоэнцефалит диагностировался у 35 % заболевших.

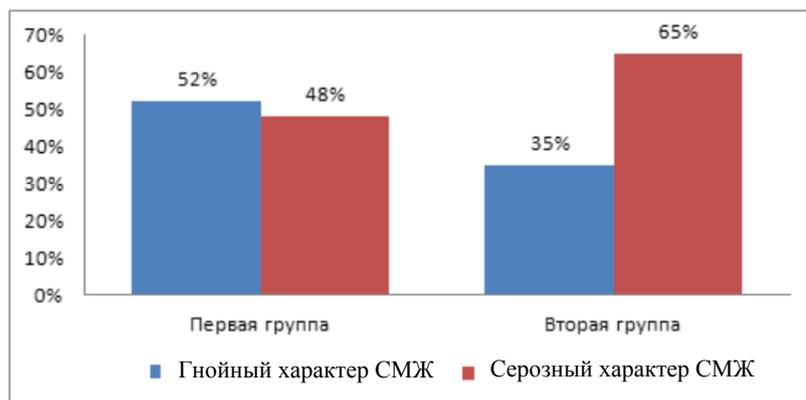


Рис. 1. Структура характера воспалительных изменений головного мозга в группах

Исследование спинномозговой жидкости проведено в 100 % случаев в обеих группах. В первой группе повышение уровня белка до 1 г/л выявлено у 18 % обследованных, увеличение от 1 до 3 г/л – у 45 % пациентов, больше 3 г/л имели 37 % больных. Увеличение клеточного состава ликвора до 200 клеток в 1 мкл зарегистрировано у 9 % больных, от 200 до 500 клеток – в 37 % случаев, у 54 % заболевших выявлено свыше 500 клеток. Плеоцитоз в 80 % случаев имел нейтрофильный характер и у 20 % заболевших лимфоцитарный характер. Во второй группе повышение уровня белка до 1 г/л зафиксировано в 27 % случаев, от 1 до 3 г/л – у 42 % исследуемых, и больше 3 г/л имели 31 % пациентов.

У больных в 23 % исследований выявлен цитоз до 200 клеток, от 200 до 500 клеток в 58 % случаев, более 500 клеток определялось у 19 % заболевших. Чаще отмечался умеренный плеоцитоз лимфоцитарного характера в 75 % случаев, и в 25 % – нейтрофильный состав (табл. 1).

Таблица 1

Характер спинномозговой жидкости в группах

Белок, г/л			
	До 1 г/л	1–3 г/л	Больше 3 г/л
Первая группа	18 %	45 %	37 %
Вторая группа	21 %	51 %	28 %
Цитоз в 1 мкл			
	До 100	100–500	Больше 500
Первая группа	9 %	37 %	54 %
Вторая группа	23 %	58 %	19 %

Этиологическая верификация заболевания осуществлялась с использованием бактериологического исследования мазка из зева и носа, полимеразной цепной реакции (ПЦР) с изучением спинномозговой жидкости. Из них доля неверифицированных диагнозов составила 49 % в первой группе и 52 % во второй группе больных.

Бактериологическое исследование мазка из зева и носа проведено у 57 госпитализированных первой группы и у 18 больных второй группы; отрицательный результат получен у 35 и 10 заболевших соответственно. В первой группе *Streptococcus pneumoniae* выявлен у 14 пациентов, по четыре случая приходится на *Neisseria meningitides* и *Haemophilus influenzae*. Во второй группе *Neisseria meningitides* установлена у шести больных, *Streptococcus pneumoniae* у двух заболевших.

Методом ПЦР исследовалась спинномозговая жидкость. В первой группе *Streptococcus pneumoniae* определялась в 27 случаях, *Neisseria meningitides* обнаружена у 19 больных, *Pseudomonas aeruginosa* – у трех госпитализированных. *Acinetobacter baumannii* встретилась у двух заболевших. Этиология вирусных менингитов представлена следующими видами: HSV 1,2 определялась у 18 пациентов, энтеровирусная этиология выявлена в 18 случаях. *Candida albicans* зарегистрирована у трех больных (рис. 2).

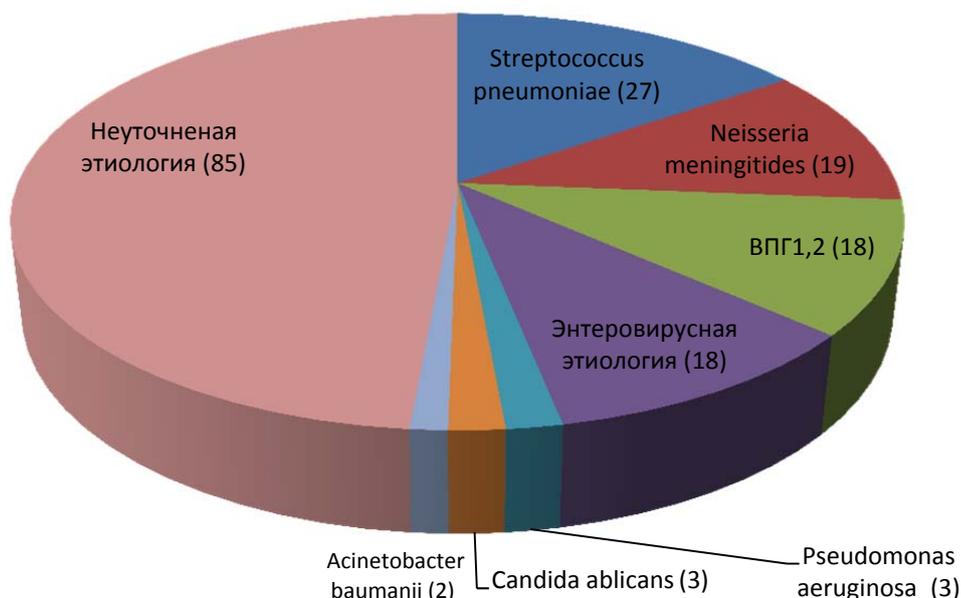


Рис 2. Этиологическая структура менингитов

Во второй группе *Streptococcus pneumoniae* определялась у пяти госпитализированных, *Neisseria meningitides* – у трех заболевших, *Haemophilus influenzae* – в двух случаях. Этиология вирусных менингоэнцефалитов представлена только HSV 1,2, который был выявлен у 14 пациентов (рис. 3).

Нами проанализированы исходы заболевания в обеих группах. В результате применения этиотропной терапии положительная динамика наблюдалась у 83 % больных, в 17 % случаев зарегистрировано ухудшение или отсутствие изменения состояния пациентов. Из них первая группа составила 36 % заболевших, тогда как 64 % пришлось на вторую группу. Среди больных первой группы, направленных в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), заболевание было вызвано *Neisseria meningitides* в 50 % случаев, *Streptococcus pneumoniae* встречался у 25 % заболевших, возбудитель неуточненной этиологии зарегистрирован у 25 % обследованных. Во второй группе среди пациен-

тов, направленных в ОРИТ, у 43 % больных отмечался ВПГ 1,2, у 29 % встречалось заболевание неуточненной этиологии, по 14 % случаев приходилось на возбудителей *Streptococcus pneumoniae* и *Neisseria meningitidis* соответственно.

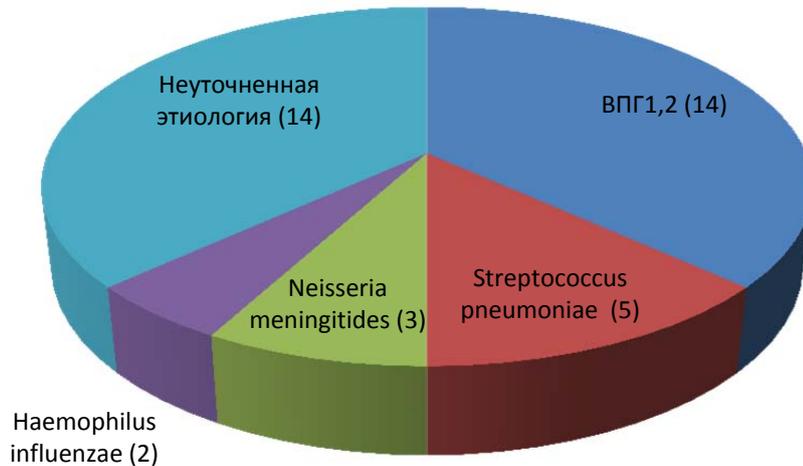


Рис 3. Этиологическая структура менингоэнцефалитов

В обеих группах встречались пациенты с осложнениями в форме отека головного мозга (23 %) и инфекционно-токсического шока (20 % обследованных). Госпитализация в ОРИТ потребовалась 18 % больных из первой группы и 45 % пациентов из второй. Искусственная вентиляция легких проводилась 23 больным из первой группы и 13 из второй группы. Менингиты и менингоэнцефалиты заканчивались улучшением с последующей выпиской в 83 % случаев. Осложнения в виде интеллектуальных нарушений, снижения слуха и зрения, парезов и параличей, а также судорожного синдрома наблюдались у 17 % пациентов. Летальных исходов не зарегистрировано.

Выводы

1. В этиологической структуре доминируют заболевания неуточненной этиологии независимо от характера поражения головного мозга, в первой группе 48,5 % пациентов, во второй – 37 % больных.
2. Доля бактериальных менингитов составила 24 %, вирусных 17 %, а среди менингоэнцефалитов 5 и 7 % соответственно.
3. Тяжелые формы заболевания, требующие госпитализации в ОРИТ, чаще вызваны *Neisseria meningitidis* (50 %) у пациентов первой группы и вирусом HSV1, 2 типов у пациентов второй группы заболевших (43 %).

Библиографический список

1. Жаворонкова, Ю. А. Туберкулезный менингит: клиника, современные методы диагностики и лечения / Ю. А. Жаворонкова, П. П. Шевченко // Международный студенческий научный журнал. – 2016. – № 4. – С. 65–67.
2. Афтаева, Л. Н. Клинические особенности течения менингитов / Л. Н. Афтаева, В. Л. Мельников, А. И. Тимербулатов // INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW. – 2016. – № 8 (18). – С. 102–103.
3. Котлова, В. Б. Клинические особенности серозных менингитов у детей / В. Б. Котлова, Н. В. Казарцева, О. А. Разуваев // Молодой ученый. – 2015. – № 22. – С. 273–276.

4. Здоровоохранение в России. 2017 : стат. сб. / Росстат. – Москва, 2017. – 170 с.
5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году : Государственный доклад. – Москва : Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. – 268 с.
6. Покровский, В. И. Инфекционные болезни и эпидемиология : учебник / В. И. Покровский, С. Г. Пак, Н. И. Брико. – Москва, 2013. - 1008 с.
7. Солдаткин, П. К. Бактериальные менингиты и менингоэнцефалиты : учеб. пособие / П. К. Солдаткин, Т. В. Заболотских. – Благовещенск, 2016. – 85 с.

Мельников Виктор Львович, доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой микробиологии, эпидемиологии и инфекционных болезней, Пензенский государственный университет.

E-mail: meib@pnzgu.ru

Афтаева Лариса Николаевна, кандидат медицинских наук, доцент, кафедра микробиологии, эпидемиологии и инфекционных болезней, Пензенский государственный университет.

E-mail: l.aftaeva@mail.ru

Горин Владимир Вадимович, студент, Пензенский государственный университет.

E-mail: gorinvv@gmail.com

Кубынин Андрей Владимирович, студент, Пензенский государственный университет.

E-mail: Ancord58@yandex.ru

Образец цитирования:

Мельников, В. Л. Эпидемиологические и клинические особенности течения менингитов и менингоэнцефалитов / В. Л. Мельников, Л. Н. Афтаева, В. В. Горин, А. В. Кубынин // Вестник Пензенского государственного университета. – 2019. – № 2 (26). – С. 40–45.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

УДК 514

А. И. Долгарев, М. В. Едемский, И. В. Новичкова, Е. Р. Чукалина

ГИПЕРБОЛИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ ГРУППЫ ГЕЙЗЕНБЕРГА

Аннотация. Группа матриц Гейзенберга является основой квантовой механики. Геометрия группы Гейзенберга относится к геометрии групп и близка к галилеевой геометрии, может быть и непрерывной, и дискретной в зависимости от кольца, на котором она рассматривается. После введения внешней операции на группе Гейзенберга получен модуль над кольцом (обобщение линейного пространства над полем). Используются одулярные методы в геометрии, введенные Л. В. Сабининым в конце прошлого века. Проводится аналогия с геометрией подобий и геометрией галилеевых движений, популярной в настоящее время. Установлено, что группа Гейзенберга антиизоморфна группе движений плоскости Галилея. Геометрия группы Гейзенберга галилеева, некоммутативная и, следовательно, гиперболическая. Геометрия группы Гейзенберга включает в себя как часть евклидову геометрию.

Ключевые слова: группа Гейзенберга, квантовая механика, геометрия Галилея, группа движений Галилея, одулярная геометрия, гиперболическая геометрия.

Введение

Рассматриваем пространство-время, соответствующее принципу относительности Галилея. Оно имеет одномерную временную составляющую. Воспользуемся схемой построения геометрии Г. Вейля [1, с. 181–187]. В этой схеме в [2] построено несколько геометрий: геометрия подобий как геометрия пространства с растром, который состоит из гомотетий и параллельных переносов; геометрия галилеевых движений как геометрия пространства с сибсоном, состоящим из галилеевых движений. Растр и сибсон являются одулями Ли, обобщающими линейное пространство. Одули на квазигруппах ввел в 1977 г. Л. В. Сабинин [3], и на этих алгебраических структурах созданы различные геометрии.

Ниже строится геометрия на некоммутативной группе Гейзенберга [4, с. 122], т.е. квантовая геометрия.

Вернер Карл Гейзенберг – немецкий физик-теоретик, один из создателей квантовой механики, лауреат Нобелевской премии по физике (1932), член ряда академий и научных обществ мира.

Гейзенберг является автором ряда фундаментальных результатов в квантовой теории: он заложил основы матричной механики, сформулировал соотношение неопределенностей, применил формализм квантовой механики к проблемам ферромагнетизма, аномального эффекта Зеемана и пр. В дальнейшем он активно участвовал в развитии квантовой электродинамики и квантовой теории поля, в последние десятилетия жизни предпринимал попытки создания единой теории поля. Гейзенбергу принадлежит одна из первых квантовомеханических теорий ядерных сил. Ряд его работ посвящен также физике космических лучей, теории турбулентности, философским проблемам естествознания.

Геометрия группы Гейзенберга оказалась некоммутативной, а поэтому гиперболической [2, с. 297–298] и галилеевой. Группа Гейзенберга и группа галилеевых движений антиизоморфны, а потому обладают общей геометрией.

Геометрии галилеевых движений посвящены известные работы [5, 6], написанные для школьников. Однако в этих работах геометрия Галилея коммутативная, вопреки некоммутативности группы, на которой она определяется. Благодаря введению соответствия между тройками чисел и матрицами Гейзенберга, удалось отказаться от матричного формализма Гейзенберга, и квантовая геометрия излагается как одна из геометрий на множестве троек действительных чисел R^3 .

1. Элементы галилеевой геометрии

1.1. Пространство событий. Геометрия галилеевых движений.

Пусть на действительной прямой R^1 , на которой введена система отсчета $(0, e)$, выбрана точка M , имеющая координату x , и точка рассматривается в момент времени t . Тем самым рассматривается событие (t, x) . Множество событий называется пространством-временем и обозначается Π^2 . Галилеево движение δ пространства-времени Π^2 , в котором $(t, x) \rightarrow (t', x')$, согласно [1, с. 181–189] описывается формулами

$$\delta: \begin{cases} t' = t + a, \\ x' = vt + x + h. \end{cases}$$

Матрица $m\delta$ движения δ является галилеевой:

$$m\delta = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ a & 1 & 0 \\ h & v & 1 \end{pmatrix}.$$

Матрицы движений Галилея составляют унитарную группу UT_3 . Поэтому выполняется:

УТВЕРЖДЕНИЕ 1. Группа движений Галилея некоммутативна, нильпотентна степени 2.

В схеме Ф. Клейна по группе движений Галилея получается некоммутативная геометрия Галилея [2, с. 293], к тому же некоммутативная геометрия является гиперболической [2, с. 294]. Перемножая матрицы движений Галилея, имеем:

$$m\delta = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ b & 1 & 0 \\ g & u & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ a & 1 & 0 \\ h & v & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ b+a & 1 & 0 \\ g+au+h & u+v & 1 \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Введем соответствие

$$\varphi: \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ a & 1 & 0 \\ c & b & 1 \end{pmatrix} \leftrightarrow (a \ b \ c). \quad (2)$$

И движению Галилея δ соответствует тройка из R^3 ; используется обозначение

$$\delta = (a, v, h).$$

В соответствии с (2) на основе (1) получается операция сложения на множестве троек R^3 :

$$(b, u, g) + (a, v, h) = (b+a, u+v, g+au+h). \quad (3)$$

Группа троек $(R^3, +)$ с операцией сложения (3) изоморфна группе движений Галилея UT_3 . В [2, с. 107] на группе $(R^3, +)$ определена внешняя операция $\omega_R(+)$ умножения троек на действительные числа:

$$u(c, c^1, c^2) = \left(cu, c^1u, c^2u + \frac{(u-1)u}{2} cc^1 \right), u \in R. \quad (4)$$

Алгебраическая структура $\Sigma = (R^3, +, \omega_R(+))$ с операциями (3) и (4) называется сибсоном над полем R , обобщает линейное пространство, относится к одулям Л. В. Сабина, линейное пространство есть простейший случай одуля [7]. Элементы сибсона называются сибсами. Соответствие (2) позволяет оперировать тройками чисел из R^3 вместо матриц $m\delta$ и использовать преобразования Галилея как преобразования пространства-времени. На основании (2) сибсон является трехмерной структурой.

Нулевым сибсом является $\vartheta = (0,0,0)$; сибс $-\delta = (-a, -v, -h+av)$ противоположен сибсу $\delta = (a, v, h)$. Сибсы $(0,0,c)$ составляют центр сибсона.

1.2. Группа Гейзенберга.

Группа Гейзенберга состоит из верхнетреугольных матриц [6, с. 121–122]

$$m\gamma = \begin{pmatrix} 1 & a & h \\ 0 & 1 & v \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

По матрице $m\gamma$ записываем уравнения Гейзенберга

$$\begin{cases} x' = vt + x + h, \\ t' = t + a, \end{cases} \quad (5)$$

которые описывают отображения событий

$$(t, x) \rightarrow (t', x').$$

События двумерные, а описывающие их отображения формулы (5) являются трехпараметрическими. Зададим соответствие

$$\begin{pmatrix} 1 & a & h \\ 0 & 1 & v \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \leftrightarrow (a, v, h). \quad (6)$$

Соединяя соответствия (2) и (6), имеем:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ a & 1 & 0 \\ h & v & 1 \end{pmatrix} \leftrightarrow (a, v, h) \leftrightarrow \begin{pmatrix} 1 & a & h \\ 0 & 1 & v \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (7)$$

Перемножая верхнетреугольные матрицы

$$\begin{pmatrix} 1 & b & g \\ 0 & 1 & u \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & a & h \\ 0 & 1 & v \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & b+a & g+bu+av \\ 0 & 1 & u+v \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

в соответствии с (7) получаем операцию сложения на множестве троек:

$$(b, u, g) + (a, v, h) = (b+a, u+v, g+bu+av). \quad (8)$$

С использованием соответствия (7) справедливо

УТВЕРЖДЕНИЕ 2. Группа Гейзенберга изоморфна группе троек $(R^3, +)$ с операцией сложения (8).

Теперь в качестве группы Гейзенберга можно рассматривать указанную группу троек с операцией (8). И можно отказаться от матричного формализма Гейзенберга, оперируя тройками с операцией (8).

В (6) при $v = 0$ получаем:

$$\begin{cases} x' = x + h, \\ t' = t + a. \end{cases} \quad (9)$$

А это формулы параллельного переноса аффинной плоскости. Так как группа Гейзенберга содержит подгруппу параллельных переносов, а последняя определяет аффинную и евклидову геометрию, то

УТВЕРЖДЕНИЕ 3. Евклидова геометрия является частью геометрии группы Гейзенберга.

Сравнивая суммы (3) и (8), обнаруживаем, что, переставив слагаемые в (8), имеем в суммировании по (8):

$$(a, v, h) + (b, u, g) = (b + a, u + v, g + au + h).$$

И последнее равенство совпадает с (3). Таким образом, справедливо

УТВЕРЖДЕНИЕ 4. Группа движений Галилея антиизоморфна группе матриц Гейзенберга.

Это означает, что выполняется

УТВЕРЖДЕНИЕ 5. Геометрии на группе движений Галилея и на группе Гейзенберга совпадают.

Таким образом, справедливо

УТВЕРЖДЕНИЕ 6. Геометрия группы Гейзенберга является галилеевой.

Из утверждений 1, 3 и из того, что некоммутативная геометрия является гиперболической [2, с. 297–298], следует

УТВЕРЖДЕНИЕ 7. Геометрии группы движений Галилея и группы Гейзенберга являются гиперболическими.

2. Геометрия группы Гейзенберга

Группа Гейзенберга изоморфна группе троек $(R^3, +)$ с операцией сложения троек (8) (см. утверждение 2). В рассмотренных, связанных с группой Гейзенберга, можно использовать тройки чисел вместо матриц.

Воспользуемся схемой Г. Вейля в построении геометрии группы Гейзенберга [1, с. 181–189].

Тройку чисел (t, x, y) из группы $(R^3, +)$ с операцией сложения (8) называем точкой. Точки обозначаем: A, B, \dots, M, \dots ; множество точек есть G^3 , называем его пространством Гейзенберга. Прямыми линиями на множестве G^3 называем прямолинейные траектории отображений

$$\delta: \begin{cases} x' = vt + x + h, \\ t' = t + a. \end{cases} \quad (10)$$

Траектории преобразования (10) описываются формулами преобразования $u\delta$

$$u\delta: \begin{cases} x' = vt + x + hu, \\ t' = t + au; \end{cases} \quad (11)$$

так как известно, что траектории отображения γ описываются формулами отображения $u\gamma, u \in R$ [2, с. 259]. Имеем: u -кратный параллельный перенос (9), который описывается формулами

$$\begin{cases} x' = x + hu, \\ t' = t + au. \end{cases} \quad (12)$$

Формулы (8) представляют собой параметрические уравнения траекторий параллельного переноса. Уравнения (8) описывают прямую, проходящую через точку (t, x) . Формулы преобразования (12) линейны, поэтому траектории преобразований (12) прямолинейны.

В общем случае прямая в пространстве G^3 определяется точкой A и преобразованием δ с прямолинейными траекториями и является множеством точек

$$\langle A, \delta \rangle = \{M | AM = u\delta, u \in R\}.$$

Так как группа Гейзенберга некоммукативна, то выполняется

УТВЕРЖДЕНИЕ 8. Геометрия группы Гейзенберга некоммукативна.

Пусть B точка вне прямой $\langle A, \delta \rangle$. Значит, имеет место

УТВЕРЖДЕНИЕ 9. Прямые $\langle A, \delta \rangle$ и $\langle B, \delta \rangle$ не имеют общих точек.

Так как группа Гейзенберга $(R^3, +)$ некоммукативна, то в группе существует элемент γ , не перестановочный с δ , тогда $\delta^\gamma = -\gamma + \delta + \gamma \neq \delta$ и прямые

$\langle A, \delta \rangle$ и $\langle B, \delta^\gamma \rangle$ не имеют общих точек. Выполняется

УТВЕРЖДЕНИЕ 10. Через точку B вне прямой $\langle A, \delta \rangle$ проходит две прямые $\langle B, \delta \rangle$ и $\langle B, \delta^\gamma \rangle$, параллельные прямой $\langle A, \delta \rangle$.

И теперь справедливо

УТВЕРЖДЕНИЕ 11. Геометрия группы Гейзенберга является гиперболической.

Итак, построенная выше геометрия группы Гейзенберга оказалась некоммукативной и, следовательно, гиперболической. Ввиду утверждения 4, геометрия группы Гейзенберга является галилеевой.

Библиографический список

1. Вейль, Г. Пространство. Время. Материя / Г. Вейль. – Москва : Едиториал УРСС, 2004. – 456 с.
2. Долгарев, А. И. Классические методы в дифференциальной геометрии одулярных пространств : монография / А. И. Долгарев. – Пенза : ИИЦ ПГУ, 2005.
3. Сабинин, Л. В. Одули как новый подход к геометрии со связностью / Л. В. Сабинин // ДАН СССР – 1977. – № 5. – С. 800–803.
4. Скотт, П. Геометрии на трехмерных многообразиях / П. Скотт. – Москва : Мир, 1986. – 168 с.
5. Хачатурян, А. В. Геометрия Галилея / А. В. Хачатурян. – Москва : МЦНМО, 2006. – 32 с.
6. Яглом, И. М. Принцип относительности Галилея и неевклидова геометрия / И. М. Яглом. – Москва : Наука, 1969. – 304 с.

Долгарев Артур Иванович, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра математики и суперкомпьютерного моделирования, Пензенский государственный университет.

E-mail: delivar@yandex.ru

Едемский Михаил Вячеславович, студент, Пензенский государственный университет.

E-mail: misha.f.2015@mail.ru

Новичкова Ирина Вячеславовна, студентка, Пензенский государственный университет.

E-mail: i.novi44kova@yandex.ru

Чукалина Екатерина Романовна, студентка, Пензенский государственный университет.

E-mail: ekaterina.chukalina@yandex.ru

Образец цитирования:

Долгарев, А. И. Гиперболическая геометрия группы Гейзенберга / А. И. Долгарев, И. В. Новичкова, М. В. Едемский, Е. Р. Чукалина // Вестник Пензенского государственного университета. – 2019. – № 2 (26). – С. 46–51.

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ, УПРАВЛЕНИЕ

УДК 004.51

С. С. Жильцова

АНАЛИЗ СРЕДСТВ СОЗДАНИЯ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА, ОРИЕНТИРОВАННОГО НА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Аннотация. Рассмотрен вопрос создания интерфейса, ориентированного на пользователя. Описаны требования к иммерсивному интерфейсу, а также результаты анализа возможных средств его построения.

Ключевые слова: пользовательский интерфейс, человеко-ориентированное проектирование, иммерсивный интерфейс, SCADA-система, API-средства, игровой движок.

В настоящее время жизнь современного общества невозможна без информационных технологий и различных автоматизированных систем. Общение человека и компьютера должно стремиться к максимальной простоте, понятности и интуитивности. Особенно важным это становится в процессе деятельности человека-оператора или диспетчера эргатических систем, так как с каждым годом наблюдается рост сложности современных объектов контроля и управления, а при мониторинге объектов и управлении ими велико значение человеческого фактора. Возникает необходимость создания пользовательского интерфейса, который позволит человеку-оператору повысить эффективность его взаимодействия с системой [1]. Для создания такого интерфейса необходимо применение методов и принципов человеко-ориентированного проектирования (human-centred design), изложенных в стандарте ГОСТ Р ИСО 9241-210–2016, систем, разработка которых ведется с применением этого стандарта. Такие интерфейсы обладают более высоким качеством за счет увеличения производительности труда пользователей, простоты понимания и использования, повышения пригодности для широкого диапазона пользователей, учета опыта пользователей, снижения у пользователя дискомфорта и стресса [2].

Для решения задач человеко-машинного интерфейса, ориентированного на пользователя, предпочтительным становится создание иммерсивного (погружающего) интерфейса. Основная его особенность – появление чувства присутствия у лиц, находящихся в данной среде, и интерактивный характер взаимодействия пользователя со средой. Причем в них могут быть реализованы любые формы связи человека с содержанием среды интерфейса [3].

Возникает задача определения средств, позволяющих создать иммерсивный интерфейс. С их помощью должна быть реализована возможность создавать объекты интерфейса, обладающие следующими свойствами:

- 1) виртуальные объекты могут иметь любую форму;
- 2) виртуальные объекты могут иметь объем (3D-объекты);
- 3) виртуальные объекты могут иметь цвет и текстуру, присущие реальным;
- 4) сохранение пропорций виртуальных объектов, которые характерны для реальных;
- 5) сохранение относительно друг друга размеров виртуальных объектов, которые характерны для реальных (в некоторых случаях размеры виртуальных объектов относительно друг друга искажаются);

- 6) наполнение дополнительным по отношению к реальной среде содержанием путем вывода дополнительной информации об объекте (уточнения, надписи, подсказки);
- 7) возможность применения анимации для отображения изменения состояния объекта;
- 8) возможность отображения динамических свойств объекта, в общем случае с шестью степенями свободы;
- 9) реалистичное (или приближенное к реальному) окружение объектов;
- 10) реалистичное (или приближенное к реальному) пространственное местонахождение объектов;
- 11) объекты интерфейса могут взаимодействовать с пользователем в интерактивном режиме.

Для создания объектов иммерсивного интерфейса, удовлетворяющих перечисленным свойствам, можно рассмотреть такие средства, как SCADA-системы, традиционные средства компьютерной графики, а также нетипичный инструмент – игровой движок.

SCADA (supervisory control and data acquisition, диспетчерское управление и сбор данных) – программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. SCADA может являться частью автоматизированной системы управления технологическими процессами, автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии, системы экологического мониторинга, научного эксперимента, автоматизации здания и т.д. SCADA-системы используются во всех отраслях хозяйства, где требуется обеспечивать автоматическое или автоматизированное управление технологическими процессами в режиме реального времени [4].

На мировом рынке представлено более 50 продуктов, которые можно отнести к SCADA-системам. Существуют [4]:

- 1) полностью бесплатные SCADA: OpenSCADA, Rapid SCADA, FreeSCADA, scada-ГИНЭС, Inductive Automation Ignition;
- 2) условно бесплатные SCADA, достаточные для автоматизации малого технологического процесса и изучения без покупки лицензии, имеющие возможность работы в течение неограниченного времени: Simp Light Free, MasterSCADA, IGSS, Контар АРМ, IntegraXor, Каскад, Vijeo Citect;
- 3) прочие SCADA: Simatic WinCC, Intouch Wonderware, Trace mode, Genesis, SCADA Infinity, Movicon Next.

В основном в SCADA-системах встроенные объекты представлены очень схематично, что недостаточно для построения реалистичного иммерсивного интерфейса (рис. 1 [5]).

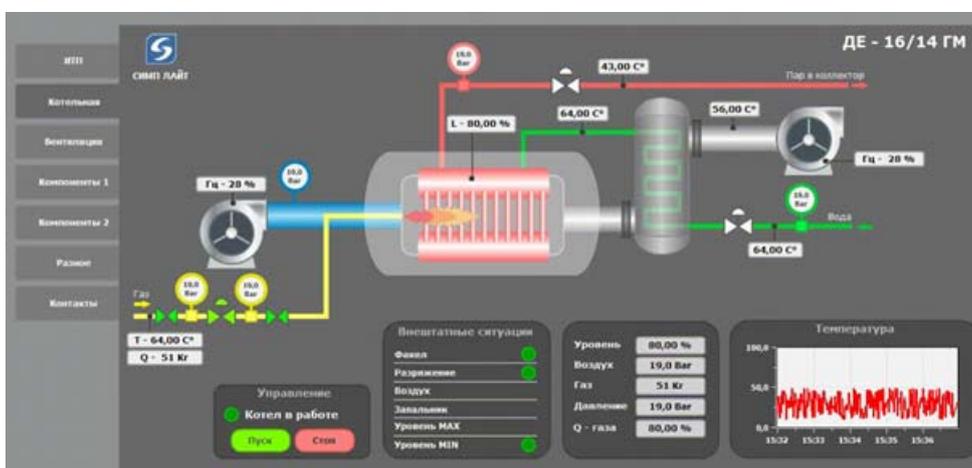


Рис. 1. Интерфейс котельной, созданный в SCADA-системе Simp Light Free

Для того, чтобы создаваемые объекты могли иметь форму, отличную от объектов, которые предлагают стандартные галереи SCADA-систем, существует возможность вставки объектов в виде изображений из внешних источников. В связи с этим вставленные объекты имеют цвет и текстуру, присущие реальным. Но новые объекты нельзя назвать объемными (3D-объектами), ведь даже при вставке изображений с уже нанесенными тенями они не обладают полноценным объемом, так как не отбрасывают теней. В данном случае можно говорить не о 3D-, а о 2,5D-графике. Также существует возможность вывода дополнительной информации об объекте (текущее время, надписи, шкалы и т.д.). Для повышения реалистичности окружения объектов можно добавить фон с помощью фототекстуры, которая может являться, например, снимком реального местонахождения объекта (рис. 2). В SCADA-системах существует возможность применения анимации для отображения изменения состояния объектов. Кроме того, также существует возможность подключать к созданным объектам внешнее управление.



Рис. 2. Интерфейс наполнения бака, созданный в SCADA-системе Simp Light Free

SCADA-системы хорошо показали себя при построении иммерсивных интерфейсов для наблюдения за многопараметрическими объектами. Но все же существенным недостатком являются ограниченные возможности построения реалистичных 3D-сцен, что ограничивает возможности оператора при необходимости принятия «пространственного» решения.

Другим способом создания иммерсивного интерфейса могут стать традиционные средства компьютерной графики, например, с применением графических библиотек OpenGL, Vulkan, DirectX.

OpenGL является одним из самых популярных прикладных программных интерфейсов (API – Application Programming Interface) для разработки приложений в области двумерной и трехмерной графики. OpenGL является кроссплатформенным, независимым от языка программирования API для работы с графикой. На сегодняшний день графическая система OpenGL поддерживается большинством производителей аппаратных и программных платформ [6].

Vulkan – кроссплатформенный API для 2D- и 3D-графики. Vulkan API изначально был известен как «новое поколение OpenGL», или просто «glNext». Как и OpenGL, Vulkan

позволяет с высокой производительностью отображать в реальном времени различные приложения с 3D-графикой, такие как игры или интерактивные книги на всех платформах, а также обеспечивает более высокую производительность и меньшую нагрузку на процессор [7].

DirectX – это набор API, разработанных для решения задач, связанных с программированием под Microsoft Windows. Наиболее широко используется при написании компьютерных игр и имеет возможности, сходные с библиотеками OpenGL и Vulkan [8].

Возможности API-средств позволяют создать реалистичный иммерсивный интерфейс. Но для этого необходимо обладать следующими навыками:

- владение языками программирования;
- понимание и использование принципов компьютерной графики, например работы с графическими примитивами, геометрического моделирования, хранения цвета в формате RGBA, текстурирования и сжатия изображений, альфа-смешивания и др.;
- иметь понятие об аффинных преобразованиях в компьютерной графике, так как позиционирование объектов – серьезный вопрос построения 3D-сцен. С математической точки зрения эти преобразования записываются соответствующими матрицами;
- иметь понятия о законах освещения объектов и отбрасывания ими теней для придания сцене наибольшей реалистичности, что является трудоемкой задачей.

В итоге создание иммерсивного интерфейса с помощью средств API является трудоемкой задачей. Для облегчения поставленной задачи можно создавать объекты с помощью пакетов для создания трехмерной компьютерной графики (моделеров), например, 3ds MAX или Blender, а затем конвертировать их в программу, например, под OpenGL.

Blender – свободный пакет для создания трехмерной компьютерной графики, включающий в себя средства моделирования, анимации, рендеринга, постобработки видео, а также создания интерактивных игр.

Пакет Blender обладает следующими возможностями:

- полигональное моделирование, сплайны, NURBS-кривые и поверхности;
- режим лепки;
- система частиц;
- динамика твердых и мягких тел: жидкость, шерсть/волосы и т.д.;
- скелетная анимация;
- встроенные механизмы рендеринга и интеграция со сторонними визуализаторами;
- редактор видео;
- функции создания игр и приложений (Game Blender).

Плюсы пакета Blender – доступность, открытый код, кроссплатформенность, небольшой размер (около 50 мегабайт), широкий функционал, возможность создания игр. Минусы пакета Blender – отсутствие документации в базовой поставке [9]. После создания модели ее необходимо конвертировать в программу под OpenGL, используя, например, библиотеку Assimp или программный продукт Deep Exploration.

Open Asset Import Library (Assimp) – кроссплатформенная библиотека импорта 3D-моделей, обеспечивающая общий интерфейс программирования приложений (API) для различных форматов. Написанная на C++, она предоставляет интерфейс на языках C и C++. Эта библиотека может импортировать множество различных форматов, содержащих модели, сохраняя данные, которые импортируются в виде простой иерархической структуры данных. Как только Assimp закончит загрузку моделей, можно получить все нужные данные из этой структуры [10].

Для работы с библиотекой Assimp и дальнейшего использования загруженной модели необходимы навыки программирования.

Deep Exploration – одна из лучших программ, предназначенных для просмотра изображений в форматах 2D и 3D, а также всевозможных аудио- и видеофайлов. Всего

эта программа поддерживает более 40 форматов. Работа с 3D-графикой – еще одно свойство программы, которое заслуживает отдельного упоминания. Deerp Exploration способна распознавать трехмерную графику, созданную при помощи таких программ, как AutoCAD, 3D Studio, WaveFront Maya и многих других. Некоторые форматы 3D-графики позволяют создать анимацию на основе ключевых кадров. Также утилита позволяет оптимизировать сцену: эта функция необходима, если в 3D-сцене содержатся объекты с множеством полигонов [11]. Еще одна из многочисленных возможностей программы – функция конвертирования файлов в различные форматы.

Традиционными средствами геометрического моделирования, например пакета Blender, можно создать реалистичные объекты для иммерсивного интерфейса. Они имеют форму, объем, имеют цвета и текстуры, присущие реальным объектам. В Blender также существует возможность создания окружения объектов, например, используя в качестве фона какое-либо изображение. Blender также имеет поддержку анимации.

Сложность традиционного подхода к созданию иммерсивных интерфейсов заключается в том, что для создания моделей необходимы навыки компьютерного моделирования, которые сопровождаются большой трудоемкостью создания сцен, и низкий уровень автоматизации их создания. Кроме того, нужны специальные средства сопряжения сцены с управляющими сигналами. Для конвертации созданных моделей и их дальнейшего использования также нужны навыки программирования.

Для построения иммерсивного интерфейса можно использовать игровые движки. Любой интерфейс служит для совершенствования и применения навыков управления объектами интерфейсного пространства, для того же служат компьютерные игры. По своей сути, игру можно назвать автоматизированной обучающей системой (АОС). Но в игровых движках создание игр автоматизировано гораздо лучше, чем создание тех же игр средствами графических библиотек. Следовательно, возможности использования игрового движка применительно к созданию интерфейсов нуждаются в изучении.

Игровой движок (англ. «*Game engine*») – базовое программное обеспечение компьютерной видеоигры [12]. На данный момент в мире существует огромное количество игровых движков. Среди них Unreal Engine, Unity 3D, CryEngine, Godot и множество других. Каждый из них имеет свои особенности, которые индивидуально подходят для того или иного проекта, а также для конкретного разработчика, в частности.

Средствами игрового движка, например, с использованием пакета Unity 3D можно создать реалистичные объекты для иммерсивного интерфейса. Данный пакет позволяет создавать объекты любой формы с любыми цветами и текстурами. Созданные объекты имеют объем, т.е. они являются 3D-объектами. Объекты отбрасывают тени согласно расположению и свойствам введенного в сцену источника света. Окружение для объектов также можно создать, используя встроенные средства игрового движка. Существует возможность добавления дополнительной информации об объекте, а также элементов пользовательского интерфейса. Игровые движки также имеют поддержку анимации (рис. 3).

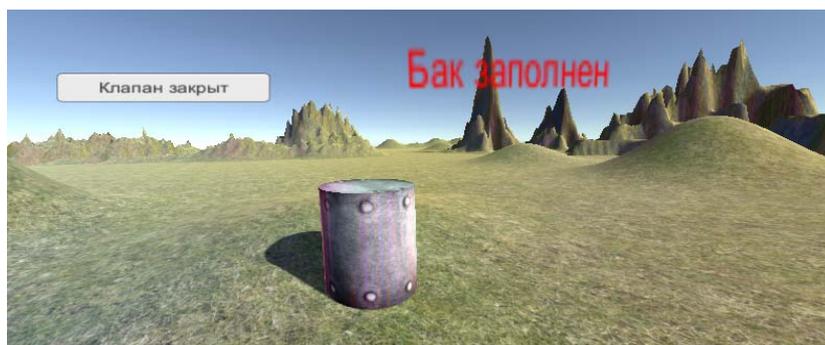


Рис. 3. Фрагмент интерфейса, созданный в Unity 3D

Сложность создания иммерсивных интерфейсов, например, с помощью пакета Unity заключается в том, что для создания моделей и окружения для них необходимы навыки компьютерного моделирования, а также для создания динамики объектов и взаимодействия объектов с пользователем нужны навыки программирования на языках C# или Java Script. Кроме того, невозможно управлять объектами интерфейса с помощью внешних сигналов в реальном времени, что не подходит для создания иммерсивных интерфейсов, предназначенных для систем мониторинга многопараметрических объектов.

Что же касается сохранения пропорций виртуальных объектов, сохранения размеров относительно друг друга, виртуальных объектов, которые характерны для реальных, а также реалистичного (или приближенного к реальному) пространственного местонахождения объектов, то во всех трех способах создания иммерсивного интерфейса это целиком и полностью зависит от того, как именно проектировщик (разработчик) интерфейса спроектирует объекты и расположит их в рабочей области.

В табл. 1 представлены сводные сведения о возможностях рассмотренных способов создания объектов иммерсивного интерфейса.

Таблица 1

Сравнение средств создания иммерсивного интерфейса

Свойство	SCADA-системы	Традиционные средства	Игровые движки
Виртуальные объекты могут иметь любую форму	+	+	+
Виртуальные объекты могут иметь объем (3D-объекты)	–	+	+
Виртуальные объекты могут иметь цвет и текстуру, присущие реальным	+	+	+
Сохранение пропорций виртуальных объектов	+	+	+
Сохранение размеров виртуальных объектов относительно друг друга	+	+	+
Вывод дополнительной информации об объекте	+	+	+
Возможность применения анимации для отображения изменения состояния объекта	+	+	+
Возможность отображения динамических свойств объекта	–	+	+
Реалистичное (или приближенное к реальному) окружение объектов	+	+	+
Реалистичное пространственное местонахождение объектов	+	+	+
Объекты интерфейса могут взаимодействовать с пользователем в интерактивном режиме	+	+	+
Возможность управления объектами интерфейса с помощью внешних сигналов	+	+	–
Требуемый уровень знания языков программирования	Низкий	Высокий	Средний

Таким образом, попытка построения иммерсивных интерфейсов в SCADA-системах показывают ограниченную реалистичность. Они не погружают пользователя в дополненную реальность и не подходят для принятия «пространственного» решения. Но для схематичного представления многопараметрических объектов они вполне подходят. Создание иммерсивных интерфейсов с помощью традиционных средств компьютерной графики с применением программ-моделеров, конвертеров и графических библиотек является проверенным решением, применяющимся уже длительное время. Но данный

способ является сложным и трудоемким и сопровождается необходимостью отличных навыков компьютерного моделирования и программирования. Создание иммерсивных интерфейсов с помощью игровых движков является перспективным направлением развития, и для работы с ними также нужны навыки моделирования и программирования. Но в настоящее время их нельзя использовать для создания иммерсивных интерфейсов, предназначенных для систем мониторинга многопараметрических объектов, так как нет возможности управления объектами интерфейса с помощью внешних сигналов. Но их применение возможно для создания автоматизированных обучающих систем для тренировки операторов. В итоге следует отметить, что все рассмотренные средства пригодны для построения человеко-машинных интерфейсов, но позволяют сделать это с разным уровнем функциональности и разной степенью реалистичности. Тогда выбор того или иного средства определяется своеобразием решаемой задачи.

Библиографический список

1. Косников, Ю. Н. Моделирование объектов интерфейса виртуального окружения для эргатических систем / Хоанг Тхай Хо // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2016. – № 3. – С. 16–28.
2. ГОСТ Р ИСО 9241-210–2016. Эргономика взаимодействия человек-система. Ч. 210. Человекоориентированное проектирование интерактивных систем. – Москва : Стандартинформ, 2016.
3. Сергеев, С. Ф. Введение в проектирование интеллектуальных интерфейсов : учеб. пособие / С. Ф. Сергеев, П. И. Падерно, Н. А. Назаренко. – Санкт-Петербург : СПбГУ ИТМО, 2011 – 108 с.
4. Системы автоматического контроля и сбора информации (SCADA). – URL: <https://bourabai.ru> (дата обращения: 20.09.2018).
5. Официальный сайт SCADA-системе Simp Light. – URL : <https://simplight.ru> (дата обращения: 15.04.2019).
6. Баяковский, Ю. М. Графическая библиотека OpenGL : учеб.-метод. пособие / Ю. М. Баяковский, А. В. Игнатенко, А. И. Фролов. – Москва : Издательский отдел факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ им. М. В. Ломоносова, 2003. – 132 с.
7. API Vulkan // Mb programmer : сайт. – URL: <https://mbprogrammer.com> (дата обращения: 15.04.2019).
8. DirectX 12: Новый этап в развитии игр // GoHa.ru : сайт. – URL: <https://www.goha.ru> (дата обращения: 15.04.2019).
9. Обзор самых популярных 3D-редакторов // VideoSmile : сайт. – URL: <https://videosmile.ru> (дата обращения: 15.04.2019).
10. Assimp // PVS : сайт . – URL: <https://www.pvsm.ru> (дата обращения: 20.01.2019).
11. All FreeLoad. Deep Exploration. – URL: <http://all-freeload.net> (дата обращения: 17.04.2019).
12. Топ-5 игровых движков, изменивших мир // Инфостарт : сайт . – URL: <https://infostart.ru> (дата обращения: 17.04.2019).

Жильцова Светлана Сергеевна, магистрант, Пензенский государственный университет.

E-mail: zhiltsova-svetlana1@yandex.ru

Образец цитирования:

Жильцова, С. С. Анализ средств создания человеко-машинного интерфейса, ориентированного на пользователя / С. С. Жильцова // Вестник Пензенского государственного университета. – 2019. – № 2 (26). – С. 52–58.

УДК 004

В. В. Мелёшкин

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СОЗДАНИЯ ШАБЛОНА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО САЙТА С ФУНКЦИЕЙ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОСТРОЕНИЯ ЦВЕТОВОГО ДИЗАЙНА

Аннотация. Обоснована необходимость разработки системы автоматизированного создания шаблонов веб-сайта для информационного сайта с функцией автоматического построения цветового дизайна. Изучены уже существующие веб-приложения, решающие подобные задачи, оценены их достоинства и недостатки, а также разработаны математические основы для реализации функции автоматического построения цветового дизайна. Рассматриваются экспериментальные доказательства состоятельности разработанной ранее концепции. Описывается механизм работы системы автоматизированного создания шаблонов веб-сайта для информационного сайта с функцией автоматического построения цветового дизайна, а также рассказывается о технологиях, применяемых для реализации проекта. Система автоматизированного создания шаблонов веб-сайта для информационного сайта была частично реализована. Функция автоматического создания цветового дизайна была реализована на 100 %. Была экспериментально подтверждена возможность реализации на практике концепции системы автоматического создания шаблона веб-сайта с функцией автоматического построения цветового дизайна.

Ключевые слова: веб-сайт, веб-дизайн, цветовая схема, система управления контентом, шаблон веб-сайта, JavaScript, PHP, Apache.

Введение

Основной целью реализации концепции системы автоматизированного создания шаблонов веб-сайта для информационного сайта является предоставление пользователям, не владеющим навыками программирования, возможности создавать свои собственные шаблоны для личных информационных сайтов. Разрабатываемое веб-приложение будет в автоматизированном режиме создавать шаблоны для CMS WordPress. Выбор данной CMS обусловлен тем, что она является наиболее популярной в мире и занимает целых 54 % рынка. Так как разрабатываемое веб-приложение в первую очередь рассчитано на новичков в веб-разработке, основной его функцией станет автоматическое создание цветового дизайна. Данная функция позволит начинающим веб-разработчикам не допустить самых банальных ошибок в дизайне.

Математические основы генератора цветовых схем

Работа генератора цветовых схем основана на том, что сначала для удобства расчетов, полученных от пользователя, основной цвет переводится в цветовую модель HSV, а затем расчет производится по следующим формулам, где H – это параметры Hue основного цвета, а H^1 и H^2 – это тот же параметр у дополнительных цветов (табл. 1).

Формулы вычисления цветовых схем

Цветовая схема	Формула
Комплементарная	$H^1 = \begin{cases} H - 180, & \text{если } H \geq 180, \\ H + 180, & \text{если } H < 180. \end{cases}$
Аналоговая	$H^1 = H + 45$ $H^2 = H - 45$
Контрастная	$H^1 = \begin{cases} H + 150, & \text{если } H \geq 180, \\ H + 210, & \text{если } H < 180. \end{cases}$ $H^2 = \begin{cases} H - 150, & \text{если } H \geq 180, \\ H - 210, & \text{если } H < 180. \end{cases}$
Классическая	$H^1 = \begin{cases} H + 120, & \text{если } H \geq 180, \\ H + 240, & \text{если } H < 180. \end{cases}$ $H^2 = \begin{cases} H - 120, & \text{если } H \geq 180, \\ H - 240, & \text{если } H < 180. \end{cases}$

Технологии, необходимые для реализации системы автоматизированного создания шаблонов веб-сайта для информационного сайта с функцией автоматического построения цветового дизайна

Для создания системы автоматизированного создания шаблонов использовались следующие технологии:

- **HTML** – язык гипертекстовой разметки;
- **CSS** – формальный язык, используемый для описания внешнего вида документа, созданного при помощи языка гипертекстовой разметки HTML;
- **JavaScript** – скриптовый язык программирования. Обрабатывается браузером и применяется для придания веб-страницам интерактивности;
- **PHP** – скриптовый язык программирования, широко применяемый при разработке веб-приложений и динамических веб-сайтов;
- **Bootstrap** – свободный фреймворк для создания адаптивных веб-сайтов. В основе Bootstrap лежит HTML-разметка по принципу сетки;
- **jQuery** – открытая библиотека для языка программирования JavaScript, позволяющая более удобно управлять элементами веб-страницы.

Работать веб-приложение будет на базе веб-сервера Apache, эмуляция которого в ходе эксперимента будет осуществляться с помощью программного пакета **Open-Server**.

Принципы работы системы автоматизированного создания шаблонов

Как уже говорилось ранее, основной функцией разрабатываемой системы автоматизированного создания шаблонов станет функцию автоматического создания цветового дизайна. Она будет функционировать на основе следующих принципов:

- пользователь задает основной цвет в формате цвета HTML;
- полученный цвет переводится в цветовую модель RGB, для этого нужно перевести полученное значение цветов из шестнадцатеричной в десятичную систему счисления;
- основной цвет нужно перевести из RGB в цветовую модель HSV, так как в ней проще всего будет вычислить дополнительные цвета;
- вычислить два дополнительных цвета на основе формул, приведенных выше;
- распределить основной цвет и полученные дополнительные цвета по элементам шаблона.

Причем, чтобы избежать излишней пестроты цветового дизайна, разумно распределить цвета в порядке уменьшения, т.е. следующим образом:

Основной цвет:

- фоновый цвет шапки сайта;
- фоновый цвет подвала;
- фоновый цвет шапок элементов боковой панели.

Первый дополнительный цвет:

- цвет ховеров¹;
- цвет заголовков второго уровня.

Второй дополнительный цвет:

- цвет фона кнопок на странице.

Воспользоваться функцией можно будет на странице настроек шаблона. Слева на данной странице находится тулбар², а справа модель шаблона, на которой будут отображаться вносимые изменения. Для эксперимента мы выберем *Оранжевый цвет* в качестве основного и *Аналоговую* цветовую схему (рис. 1). После выбора основного цвета и цветовой схемы для него основной и дополнительный цвета будут автоматически распределены по шаблону, и для завершения останется кликнуть по кнопке *Ok!* в правом нижнем углу.

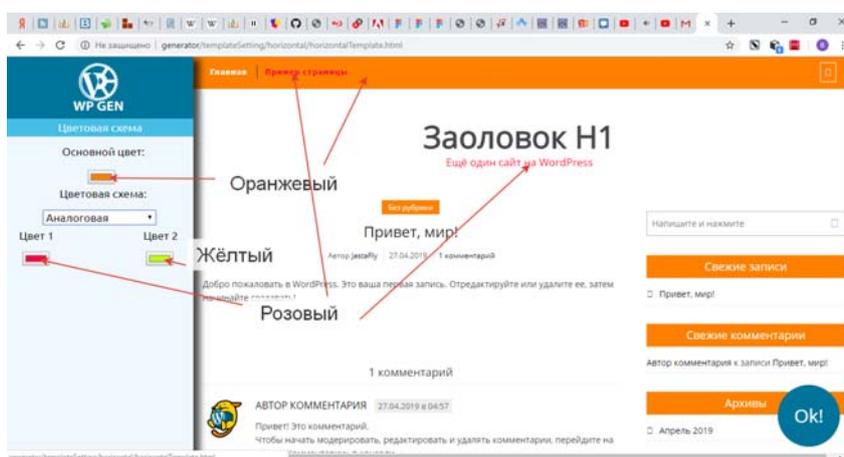


Рис. 1. Страница настроек шаблона

После этого данные о внесенных пользователем настройках будут переданы на страницу `generator.php`, скрипт которого благодаря функциям `fopen()`, `fwrite()`, `fclose()` (языка программирования PHP) запишет полученные значение в стилевой файл `change.css`. Интерпретатор веб-браузера читает код сверху вниз, поэтому файл `change.css` будет подключен в коде шаблона ниже основных стилевых файлов, благодаря чему он сможет «перебить» их.

Далее нужно реализовать возможность скачивания шаблона пользователем. Для этого разумнее всего поместить файлы шаблона в архив, что ускорит загрузку шаблона и позволит сэкономить трафик пользователей. Для реализации данной задачи будет использовано официальное расширение `zipPHP` языка программирования PHP, на основе которого был написан скрипт для архивации.

¹ Hover – псевдокласс каскадной таблицы стилей CSS3, который определяет стиль элемента при наведении на него курсора мыши, но при этом элемент еще не активирован, иными словами, кнопка мыши не нажата.

² Тулбары (англ. *tool* – инструмент, *bar* – прямоугольник) – это организованные в виде прямоугольной полосы элементы управления.

После этого нужно создать ссылку на скачивание архива, для этого достаточно в обычном теге ссылки <a> указать атрибут download и указать путь к архиву.

Доказательство работоспособности шаблона

Для проверки работоспособности созданного шаблона нужно установить его на CMS WordPress, для которой он предназначен. Для этого после скачивания его нужно извлечь из архива и скопировать в директорию с темами CMS WordPress, которая расположена по адресу wordpress → wp-content → themes. После этого шаблон будет установлен.

Для дальнейшей проверки нужно запустить веб-сервер Apache на локальном компьютере. Удобнее всего делать это с помощью программного пакета OpenServer. Далее через все тот же OpenServer нужно будет запустить WordPress и, перейдя в административную панель, активировать наш шаблон, после чего вернуться на стартовую страницу сайта (рис. 2).

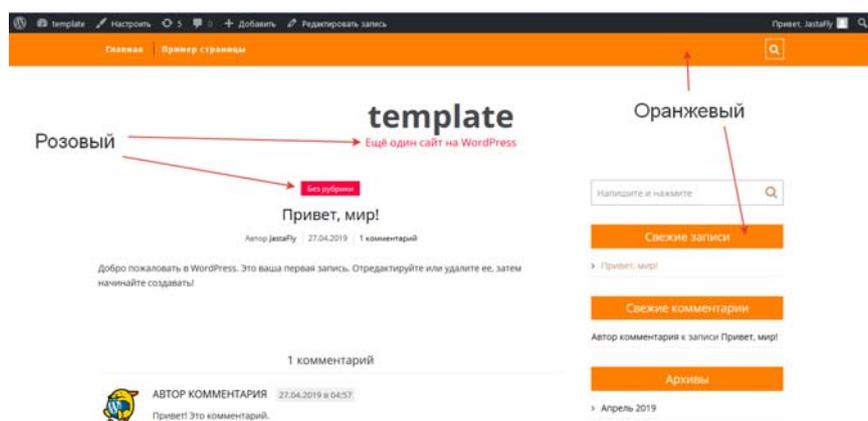


Рис. 2. Стартовая страница сайта на WordPress

Как можно заметить, цветовой дизайн активированного шаблона полностью соответствует тому, что был задан в веб-приложении ранее, а значит, система автоматизированного создания шаблона для информационного веб-сайта справилась со своей задачей на 100 %.

Библиографический список

1. Цвет HTML // Википедия: свободная энциклопедия – URL: <https://ru.wikipedia.org>.
2. fopen // Официальный сайт языка программирования PHP. – URL: <https://www.php.net/manual/ru>
3. fwrite // Официальный сайт языка программирования PHP. – URL: <https://www.php.net/manual/ru>
4. fclose // Официальный сайт языка программирования PHP. – URL: <https://www.php.net/manual/ru>
5. zip // Официальный сайт языка программирования PHP. – URL: <https://www.php.net/manual/ru>

Мелёшкин Владислав Владимирович, бакалавр, Пензенский государственный университет.
E-mail: zumawuu@gmail.com

Образец цитирования:

Мелёшкин, В. В. Экспериментальная проверка возможности реализации системы автоматизированного создания шаблона для информационного сайта с функцией автоматического построения цветового дизайна / В. В. Мелёшкин // Вестник Пензенского государственного университета. – 2019. – № 2 (26). – С. 59–62.

УДК 004

В. А. Трясучкин, М. М. Синцева**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ ГИПЕРПАРАМЕТРОВ АЛГОРИТМА k -БЛИЖАЙШИХ СОСЕДЕЙ**

Аннотация. В машинном обучении при решении задач классификации каких-либо объектов с помощью алгоритма k -ближайших соседей становится очевидна задача автоматизации выбора гиперпараметра k , так как ручной подбор гиперпараметра занимает много времени и не всегда удается добиться максимальной точности. В связи с этим исследование методов оптимизации гиперпараметров является актуальной задачей. Научная новизна исследования состоит в применении в задаче классификации группы людей по гендерному признаку методов оптимизации *gridsearch* и *randomsearch*, которые позволяют повысить скорость и точность решения задачи, и сравнении результатов. Реализация данных методов оптимизации позволила значительно упростить и ускорить подбор гиперпараметра, однако каждый из методов имеет ряд особенностей, которые обуславливают выбор того или иного метода при решении конкретной задачи.

Ключевые слова: машинное обучение, классификация, гиперпараметры, оптимизация.

Машинное обучение активно применяется во многих сферах жизни людей. Одним из разделов машинного обучения является классификация. Она призвана решать задачи отнесения некоторого объекта к одному из заданных классов. Пусть задано конечное множество объектов, для которых определена принадлежность к тому или иному классу. Назовем это множество обучающей выборкой. Для остальных объектов неизвестно, к какому классу они относятся. Необходимо построить алгоритм, способный классифицировать произвольный объект, не относящийся к исходному множеству [1].

Одним из алгоритмов классификации в машинном обучении является алгоритм k -ближайших соседей. Этот алгоритм относит классифицируемый объект к тому классу, к которому принадлежат k ближайших к нему объектов из обучающей выборки, где k – это некоторое заранее заданное число.

Математическая формула данного метода выглядит следующим образом: $a(u) = \arg \sum_{i=1}^m [x_{i,u} = y] w(i, u)$, где $w(i, u)$ – заданная весовая функция, которая оценивает степень важности i -го соседа для классификации объекта u . Естественно полагать, что эта функция неотрицательна и не возрастает по i . $w(i, u) = [i \leq k]$ [2].

Для реализации данного алгоритма в ходе исследования была выбрана задача классификации группы людей по гендерному признаку. В качестве характеристик (признаков) классифицируемых объектов были выбраны рост и вес. Входные данные составляет множество из трехсот объектов. В ходе решения задачи данное множество было разбито на обучающую и тестовую выборку в соотношении 3:1. В качестве обучающей выборки было использовано множество из 225 объектов с известной классовой принадлежностью, в качестве тестовой – 75 объектов с неизвестным классом (рис. 1).

На рис. 1 черным цветом обозначены объекты мужского пола, белым – объекты женского пола. Кругами обозначена обучающая выборка, звездами – тестовая.

Для решения данной задачи использовался язык программирования *Python 3.6* и редактор *Spyder*. Язык *Python* пользуется высокой популярностью среди разработчиков в области машинного обучения благодаря своей простоте и большому количеству библиотек [3].

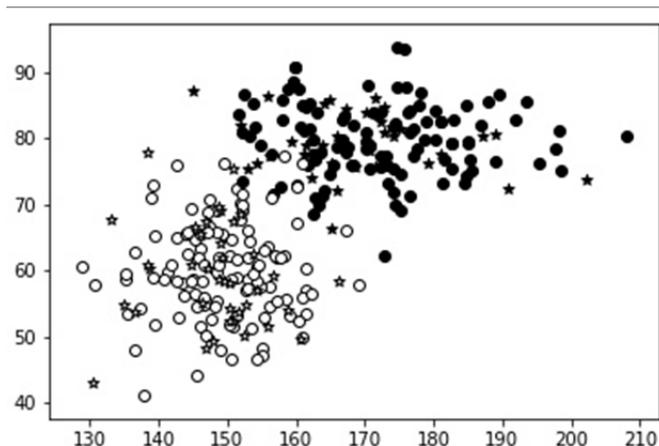


Рис. 1. Обучающая и тестовая выборки

В ходе решения задачи использовались встроенные библиотеки: библиотека *numpy* для работы с матрицами и массивами, библиотека *matplotlib* для визуализации графика с данными, библиотека *sklearn* для разделения данных на обучающую и тестовую выборку, а также для реализации метода *k*-ближайших соседей. Ниже представлено решение задачи на языке *Python* с соответствующими пояснениями.

```
import numpy as np # библиотека для работы с матрицами и массивами
import matplotlib.pyplot as plt # для отрисовки графика
from sklearn.model_selection import train_test_split # для разделения данных на обучающую и тестовую выборки
from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier # для реализации алгоритма k-ближайших соседей
data = np.genfromtxt('..\dat.csv', delimiter=',') # чтение файла с данными
classtrain_data: # класс для введения данных
response = np.array(range(0,300)) # пол
tag = np.array([range(0,600)], float)# признаки (рост и вес)
train_data.tag.shape = (300, 2) # преобразование одномерного массива в двумерный
color = np.array(range(1000,1300), str) # массив с цветом, для удобства

for number in range(1,301): # запись данных в созданный объект
train_data.response[number-1] = int(data[number][0])
    if train_data.response[number-1] == 0:
        color[number-1] = "w"
    if train_data.response[number-1] == 1:
        color[number-1] = "k"
train_data.tag[number-1][0] = data[number][1]
train_data.tag[number-1][1] = data[number][2]
"""Импорт данных"""
X_train, X_test, y_train, y_test, color_train, color_test = train_test_split(train_data.tag,
train_data.response,
color,
random_state=0) #разделение входных данных на обучающую выборку(75%) и тестовую(25%)
for number in range(0,225): #отрисовка обучающей выборки
plt.scatter(X_train[number][0], X_train[number][1],
```

```

        c= color_train[number], edgecolors = "k")
K = KNeighborsClassifier(n_neighbors=15)
K.fit(X_train, y_train)#обучение модели
predict = K.predict(X_test)
i = 0#переменная для подсчета верных прогнозов
color1 = np.array(range(10000,10075), str)
for number in range(0,75): #присваивание цвета на основании прогнозов
if predict[number] == 0:
    color1[number] = "w"
    else:
        color1[number] = "k"
        if predict[number] == y_test[number]:#подсчет верных прогнозов
            i = i + 1
for number in range(0,75):
    plt.scatter(X_test[number][0], X_test[number][1], c = color1[number], marker = "**",
edgecolors ="k") #отрисовка тестовой выборки
    print(i*100/75) #вывод точности

```

При реализации алгоритма k -ближайших соседей в решении данной задачи выбор гиперпараметра k осуществлялся путем ручного перебора и был равен 15. Точность составила 96 %.

Очевидна задача автоматизации выбора наиболее оптимального гиперпараметра k , так как подбор гиперпараметра вручную занимает большое количество времени.

Существует множество методов оптимизации гиперпараметров. К ним относятся такие методы, как *gridsearch*, *randomsearch* и некоторые другие.

Для оптимизации гиперпараметра при решении задачи было принято решение реализовать методы *gridsearch* и *randomsearch* и сравнить их.

Метод *gridsearch* осуществляет поиск оптимального гиперпараметра путем его полного перебора из заданного множества. Данный способ оптимизации наиболее точен, однако он сильно зависит от вычислительной мощности компьютера, и при больших объемах данных подбор гиперпараметра займет много времени [4].

Ниже представлен результат реализации метода оптимизации гиперпараметра *gridsearch* в алгоритме k -ближайших соседей на языке программирования *Python* с соответствующими пояснениями.

```

import numpy as np #библиотека для работы с матрицами и массивами
import matplotlib.pyplot as plt #для отрисовки графика
from sklearn.model_selection import train_test_split #для разделения данных на обучающую и тестовую выборки
from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier #для реализации алгоритма k-ближайших соседей
from sklearn.model_selection import GridSearchCV
data = np.genfromtxt('C:\\Users\\sonik\\Downloads\\dat.csv',
delimiter=',') #чтение файла с данными
classtrain_data: #класс для введенных данных
response = np.array(range(0,300)) #пол
tag = np.array([range(0,600)], float)#признаки (рост и вес)
train_data.tag.shape = (300, 2) #преобразование одномерного массива в двумерный
color = np.array(range(1000,1300), str)#массив с цветом, для удобства
for number in range(1,301): #запись данных в созданный объект

```

```

train_data.response[number-1] = int(data[number][0])
if train_data.response[number-1] == 0:
    color[number-1] = "w"
if train_data.response[number-1] == 1:
    color[number-1] = "k"
train_data.tag[number-1][0] = data[number][1]
train_data.tag[number-1][1] = data[number][2]
"""Импорт данных"""
X_train, X_test, y_train, y_test, color_train, color_test = train_test_split(train_data.tag,
train_data.response,
color,
random_state=0) #разделение входных данных на обучающую выборку(75%) и тестовую(25%)
for number in range(0,225): #отрисовка обучающей выборки
plt.scatter(X_train[number][0], X_train[number][1],
            c= color_train[number], edgecolors ="k")
params = {"n_neighbors":np.arange(1, 100)}
K = KNeighborsClassifier() #реализация метода k-ближайших соседей. Здесь берется 5 соседей
grid = GridSearchCV(K, params)
grid.fit(X_train, y_train) #обучение модели
predict = grid.predict(X_test) #прогноз
i = 0 #переменная для подсчета верных прогнозов
color1 = np.array(range(10000,10075), str)
for number in range(0,75): #присваивание цвета на основании прогнозов
if predict[number] == 0:
    color1[number] = "w"
else:
    color1[number] = "k"
if predict[number] == y_test[number]:#подсчет верных прогнозов
    i = i + 1
print (grid.best_params_)
for number in range(0,75):
plt.scatter(X_test[number][0], X_test[number][1], c = color1[number], marker = "*",
edgecolors ="k")#отрисовка тестовой выборки
print(i*100/75) #вывод точности

```

Точность *gridsearch* оказалась равна 96 %. При этом гиперпараметр *k* равен 39.

Метод *randomsearch*, в отличие от *gridsearch*, осуществляет поиск оптимального гиперпараметра не путем полного перебора всех значений, а выбирая их случайным образом. Точность данного метода варьируется, но чаще всего она ниже, чем у *gridsearch*. Максимальной точности данный метод достигает при максимальном количестве итераций [5].

Ниже представлен результат реализации метода оптимизации гиперпараметра *randomsearch* в алгоритме *k*-ближайших соседей на языке программирования *Python* с соответствующими пояснениями.

```

import numpy as np #библиотека для работы с матрицами и массивами
import matplotlib.pyplot as plt #для отрисовки графика

```

```

from sklearn.model_selection import train_test_split #для разделения данных на обучающую и тестовую выборку
from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier #для реализации алгоритма k-ближайших соседей
from sklearn.model_selection import RandomizedSearchCV
data = np.genfromtxt('C:\\Users\\sonik\\Downloads\\dat.csv', delimiter=',') #чтение файла с данными
class train_data: #класс для введенных данных
    response = np.array(range(0,300)) #пол
    tag = np.array([range(0,600)], float) #признаки (рост и вес)
    train_data.tag.shape = (300, 2) #преобразование одномерного массива в двумерный
    color = np.array(range(1000,1300), str) #массив с цветом, для удобства
    for number in range(1,301): #запись данных в созданный объект
        train_data.response[number-1] = int(data[number][0])
        if train_data.response[number-1] == 0:
            color[number-1] = "w"
        if train_data.response[number-1] == 1:
            color[number-1] = "k"
    train_data.tag[number-1][0] = data[number][1]
    train_data.tag[number-1][1] = data[number][2]
    ""Импорт данных""
    X_train, X_test, y_train, y_test, color_train, color_test = train_test_split(train_data.tag,
    train_data.response,
    color,
    random_state=0) #разделение входных данных на обучающую выборку(75%) и тестовую(25%)
    for number in range(0,225): #отрисовка обучающей выборки
        plt.scatter(X_train[number][0], X_train[number][1],
            c= color_train[number], edgecolors = "k")
        params = {"n_neighbors": np.arange(1, 150)}
        K = KNeighborsClassifier() #реализация метода k-ближайших соседей. Здесь берется 5 соседей
        grid = RandomizedSearchCV(K, params)
        grid.n_iter = 149
        grid.fit(X_train, y_train) #обучение модели
        predict = grid.predict(X_test) #прогноз
        i = 0 #переменная для подсчета верных прогнозов
        color1 = np.array(range(10000,10075), str)
        for number in range(0,75): #присваивание цвета на основании прогнозов
            if predict[number] == 0:
                color1[number] = "w"
            else:
                color1[number] = "k"
            if predict[number] == y_test[number]: #подсчет верных прогнозов
                i = i + 1
        print (grid.best_params_)
        for number in range(0,75):
            plt.scatter(X_test[number][0], X_test[number][1], c = color1[number], marker = "*",
            edgecolors = "k") #отрисовка тестовой выборки
            print(i*100/75) #вывод точности

```

При числе итераций, равном 10, точность *randomsearch* менялась и была равна 94,6 % при $k = 45$ и 96 % при $k = 39$. При максимальном числе итераций точность была такой же, как и у *gridsearch*.

По результатам исследования можно сделать вывод, что реализованные методы оптимизации дают примерно одинаковые результаты, однако имеют ряд особенностей, от которых зависит выбор того или иного метода при решении конкретной задачи. В частности, *gridsearch* стоит применять только в том случае, когда имеется небольшой объем данных для обработки или требуется максимальная точность. Если же на первом месте стоит скорость обработки данных, то стоит использовать *randomsearch*.

Библиографический список

1. Müller, A. C. Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists / A. C. Müller, S. Guido. – O'Reilly, 2017. – P. 31.
2. Метод ближайших соседей. – URL: <http://www.machinelearning.ru> (дата обращения: 13.05.2019).
3. 3 самых важных сферы применения Python: возможности языка. – URL: <https://proglib.io> (дата обращения: 14.05.2019).
4. GridSearchCV. – URL: <https://scikit-learn.org> (accessed on: 14 May 2019).
5. RandomizedSearchCV. – URL: <https://scikit-learn.org> (accessed on: 15 May 2019).

Трясучкин Владислав Алексеевич, студент, Пензенский государственный университет.
E-mail: trjasuchkin@gmail.com

Синцева Марина Михайловна, студентка, Пензенский государственный университет.
E-mail: kudanovamarina@gmail.com

Образец цитирования:

Трясучкин, В. А. Исследование оптимизации гиперпараметров алгоритма k ближайших соседей / В. А. Трясучкин, М. М. Синцева // Вестник Пензенского государственного университета. – 2019. – № 2 (26). – С. 63–68.

УДК 004.934

А. К. Алимуратов, А. Ю. Тычков, П. П. Чураков

СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО РАССТРОЙСТВА ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ДЕКОМПОЗИЦИИ НА ЭМПИРИЧЕСКИЕ МОДЫ И ФОРМАНТНОГО АНАЛИЗА РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ

Аннотация. Представлен способ обнаружения психоэмоционального состояния, суть которого заключается в адаптивном разложении речевого сигнала на равноартикуляционные полосы частот, с помощью улучшенной полной множественной декомпозиции на эмпирические моды с адаптивным шумом и определении формантной разборчивости, а также частоты, ширины, уровня и добротности формантных областей в данных полосах с помощью формантного анализа. Кратко представлено математическое описание декомпозиции, и приведена упрощенная блок-схема предложенного способа. Проведено исследование способа с использованием сформированной базы фонетически сбалансированных речевых сигналов, зарегистрированных у здоровых людей и людей с психоэмоциональными расстройствами. В соответствии с результатами исследования разработанный способ обеспечивает высокую точность определения психоэмоциональных расстройств: ошибка первого рода 8,16 %, ошибка второго рода 5,66 %.

Ключевые слова: речевой сигнал, декомпозиция на эмпирические моды, формантная разборчивость, формантный анализ, психоэмоциональное расстройство.

Введение

Речь была и остается самым естественным средством обмена информацией для человека. Поэтому модернизация существующих и разработка новых способов обработки речевых сигналов всегда были в центре внимания специалистов при создании перспективных информационно-коммуникационных систем «человек – машина»: речевой ввод команд в компьютерных системах; системы автоматического создания текстовых документов на основе распознавания речи; синтез речи при автоматическом озвучивании текстовых файлов; голосовое управление; оценка состояния здоровья человека по голосу и т.п. В основе обработки речевых сигналов, применяемой в подобных системах, используются различные подходы, в том числе основанные на формантном анализе [1].

Известно, что звуки, являясь, по сути, неделимыми элементами речи, характеризуются уникальным распределением энергии в спектральной области. В спектре каждого звука присутствуют области повышенной концентрации энергии, называемые формантами. Расположение формант, их число и параметры позволяют однозначно установить звук речи, поскольку определяются самим процессом воспроизведения речеобразующей системой человека. Изменяемый объем полостей гортани, рта, движения артикуляционного аппарата говорящего всегда подобны при создании каждого из звуков речи. Анатомические отличия людей друг от друга порождают отличия в высоте и тембре голоса, но характер распределения формант остается постоянным.

Речь представляет собой один из самых сложных приобретаемых навыков речевого аппарата и очень чувствительна к нарушениям работы нервной системы человека. В работах [2–4] представлены результаты исследований частотной локализации формантных областей при патологиях в моторике речеобразующей системы. Различные патологии

(физиологические или психологические) вызывают смещения формантных областей по частоте и приводят к деформации и трансформированию звуков при воспроизведении. В соответствии с результатами данных исследований выявили, что параметры формант (частота, ширина, уровень и др.) способны служить маркерами психоэмоциональных расстройств человека.

Форматный анализ успешно применяется для оценки психоэмоциональной окраски речи человека. Разнообразие способов анализа обусловлено как важностью проблемы, так и отсутствием достаточно эффективных способов ее решения. Учитывая нерегулярность моторики речеобразующей системы при психоэмоциональных расстройствах, можно сказать, что возможности этих способов существенно ограничены. Это ограничение обусловлено использованием неадаптивных методов обработки сложных нестационарных речевых сигналов. По этой причине актуальной является разработка новых способов, основанных на адаптированных методах обработки, повышающих эффективность обнаружения психоэмоциональных расстройств человека.

Целью данной работы является разработка способа обнаружения психоэмоционального расстройства человека на основе формантного анализа и адаптивной технологии обработки речевых сигналов. Работа является развитием ранее опубликованных трудов авторов [5, 6] и выполнена при финансовой поддержке совета по грантам Президента РФ, проект № СП-246.2018.5.

Речеобразующая система человека

Речеобразующая система человека состоит из легких, трахеи, полости глотки (горла, языка, ротовой и носовой полостей (рис. 1)). Воздушный поток, выдавливаемый из легких, проходит через голосовые связки и речевой тракт, колеблясь на разных частотах.

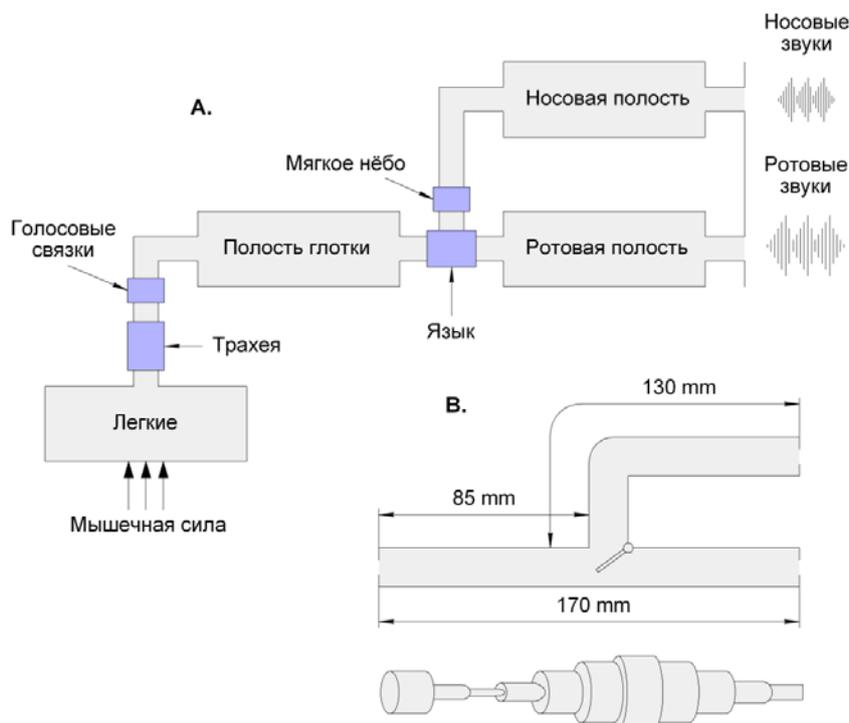


Рис. 1. Речеобразующая система человека

Речевой сигнал представляет собой нестационарный акустический сигнал сложной формы, амплитудные и частотные характеристики которого быстро изменяются во времени. Речь состоит из вокализованных и невокализованных участков, образующихся со-

ответственно в результате периодических и непериодических колебаний голосовых связок. Периодические колебания голосовых связок называются основным тоном. Частота колебаний связок называется частотой основного тона.

Речевой тракт (см. рис. 1) представляет собой трубку неоднородного сечения длиной 170 мм (у взрослого человека). Примерно посередине тракта имеется ответвление в виде носовой полости, которая может перекрываться мягким нёбом. Если носовая полость перекрыта, то формантный анализ сильно упрощается. Если предположить, что речевой тракт – это трубка с постоянным сечением, резонансные частоты определяются в соответствии с формулой

$$f_n = (2n - 1) \frac{c}{4L},$$

где $n = 1, 2, 3, \dots$ – номер форманты; c – скорость воздушного потока; L – длина тракта.

При скорости воздушного потока 350 м/с для тракта длиной 170 мм резонансные частоты должны быть кратны частоте, близкой к 500 Гц. Однако в действительности сечение речевого тракта не является равномерным, в результате чего частотная локализация формантных областей находится на разных расстояниях.

Построение математической модели речевого тракта с учетом нестационарной природы речевого сигнала является достаточно сложной задачей. Однако если речевой сигнал разделить на фрагменты малой длительности (примерно 10–20 мс), то параметры речевого тракта можно считать неизменными и в качестве модели можно использовать линейную систему с постоянными коэффициентами:

$$H(z) = \frac{\sum_{k=0}^M b_k z^{-k}}{1 - \sum_{k=1}^N a_k z^{-k}} = \frac{b_0 \prod_{k=1}^M (1 - d_k z^{-1})}{\prod_{k=1}^N (1 - c_k z^{-1})},$$

где a_k и b_k – параметры фильтра, характеризующие речевой тракт; d_k – нули линейной системы; c_k – полюса системы. При этом полюса хорошо описывают вокализованные звуки, а невокализованные звуки достаточно подробно описываются нулями системы.

Формантная структура звуков, формантная разборчивость

Для описания формантной структуры звука достаточно выделить четыре частоты, которые нумеруются в порядке возрастания. Самая низкая форманта ближе всех расположена к частоте основного тона. Высокие форманты имеют малые уровни, но именно они несут информацию об индивидуальных особенностях геометрической формы речевобразующей системы человека.

Поскольку в процессе воспроизведения речи конфигурация тракта меняется, то, соответственно, меняется частотная локализация формантных областей. Звуки, образованные с участием голосовых связок, имеют наиболее ярко выраженные формантные области в спектре, поэтому анализ формантной структуры вокализованных участков речи наиболее интересен для задачи обнаружения психоэмоционального расстройства человека.

Для разных звуков речи русского языка характерны определенные частотные диапазоны формант. В табл. 1 представлены усредненные частоты трех формант для пяти вокализованных звуков речи.

Разборчивость речи представляет собой меру понятности, выраженную относительным числом правильно понятных элементов речи: звуков, слогов, слов и фраз. Формантная разборчивость определяется произведением частотного F и динамического D диапазонов тракта связи, т.е. $A = kFD$, где k – коэффициент пропорциональности. Учитывая, что объем информации, передаваемой по речевому тракту за время T , также про-

порционален произведению F и D , получаем $I = AT$, т.е. формантная разборчивость пропорциональна объему информации в единицу времени.

Таблица 1

**Усредненные частоты трех формант
для пяти вокализованных звуков русской речи**

Вокализованный звук речи	Формантные частоты, Гц		
	f_1	f_2	f_3
О	275	850	2400
И	250	2300	3000
А	575	1700	2450
Е	400	2000	2550
У	640	1200	2400

Несмотря на разнообразие применяемых обозначений, определений, большинство предложенных методов определения разборчивости представляют собой развитие идей Колларда [2]. Теория разборчивости и методы определения основаны на представлении речевого сигнала в виде совокупности формант. Формантная теория расчета принимает форманты за элементы звуков речи, несущие информацию и определяющие разборчивость. Понятие «форманта» распространяется на все звуки речи. Нужно иметь в виду различие между смыслом, вкладываемым в это понятие формантной теории, и акустическим определением спектров звуков. Спектральный анализ звуков обнаруживает до десяти формант в отдельных случаях. Однако исследования речи показывают, что слуховое восприятие (по крайней мере для гласных звуков) полностью определяется четырьмя формантами, поэтому формантная теория относит к формантам только те области концентрации энергии в спектре, которые определяют звук.

Формантная теория разборчивости основана на предположении, что в пределах некоторой полосы частот речевого сигнала Δf_s вероятность встречаемости формант $\Delta A_{smax} = n_s/N$, где N – число формант во всей полосе частот речевого сигнала; n_s – число формант в полосе Δf_s .

Адаптивная обработка

Исследования методов обработки речевых сигналов выявили перспективность использования адаптивной технологии анализа нестационарных сигналов – улучшенной полной множественной декомпозиции на эмпирические моды с адаптивным шумом (ПМДЭМАШ) [7]. В настоящее время технология улучшенной ПМДЭМАШ широко используется в различных научных приложениях, в том числе и при решении задач обнаружения психоэмоциональных расстройств [8, 9].

Классическая декомпозиция на эмпирические моды (ДЭМ) – это адаптивный метод анализа нестационарных сигналов, возникающих в нелинейных системах, который обеспечивает локальное разложение сигнала на быстрые и медленные колебательные функции [10]. В результате разложения исходный сигнал представляется в виде суммы амплитудно- и частотно-модулированных функций – эмпирических мод (ЭМ). Аналитическое выражение ДЭМ выглядит следующим образом:

$$x(n) = \sum_{i=1}^I IMF_i(n) + r_i(n),$$

где $x(n)$ – исходный сигнал; $IMF_i(n)$ – ЭМ; $r_i(n)$ – конечный остаток; $i = 1, 2, \dots, I$ – номер ЭМ; n – дискретный отсчет времени.

Отличительной особенностью улучшенной ПМДЭМАШ является добавление к исходному сигналу контролируемого шума для создания новых экстремумов. Это позволяет устранить недостатки существующих разновидностей декомпозиций: смешивание ЭМ; остаточный шум в ЭМ; наличие «паразитных» ЭМ на ранних этапах декомпозиции.

Алгоритм и математическое описание метода улучшенной ПМДЭМАШ:

1. С помощью аппарата ДЭМ и путем выражения формулы $\langle E_1(x_j(n)) \rangle = \langle x_j(n) \rangle - \langle M(x_j(n)) \rangle$ локальных средних значений шумовых копий исходного сигнала ($x_j(n) = x(n) + \beta_0 E_1(w_j(n))$) определяется первый остаток:

$$r_1(n) = \langle M(x_j(n)) \rangle,$$

где $E_i(\cdot)$ – аппарат извлечения ЭМ методом ДЭМ (i – номер моды); $x_j(n) = x(n) + w_j(n)$ – шумовые копии исходного сигнала ($x(n)$ – исходный речевой сигнал, $w_j(n)$ – реализации белого шума с нулевой средней единичной дисперсией); $M(\cdot)$ – аппарат, создающий локальное среднее значение применяемого сигнала; $\beta_i = \varepsilon_i \text{std}(r_i)$ – коэффициент, допускающий выбор различных значений отношения сигнал/шум.

2. На первом этапе для $i = 1$ вычисляется первая мода: $IMF_1(n) = x(n) - r_1(n)$.

3. Вычисляется второй остаток как усредненное локальное среднее значение шумовых копий первого остатка $r_1(n) + \beta_1 E_2(w_j(n))$, и определяется вторая мода:

$$\overline{IMF}_2(n) = r_1(n) - r_2(n) = r_1(n) - \langle M(r_1(n) + \beta_1 E_2(w_j(n))) \rangle.$$

4. На последующих этапах для $i = 3, \dots, I$ вычисляется i -й остаток:

$$r_i(n) = \langle M(r_{i-1}(n) + \beta_{i-1} E_i(w_j(n))) \rangle.$$

5. Вычисляется i -я мода:

$$\overline{IMF}_i(n) = r_{i-1}(n) - r_i(n).$$

6. Переход к шагу 4 для следующего значения i .

Константы β_i выбираются так, чтобы получить желаемое отношение сигнал/шум между добавленным шумом и остатком, к которому добавляется шум. Для получения шумовых реализаций с меньшими амплитудами для последних стадий декомпозиции в остальных модах будем воспринимать шум как результат его предварительной обработки ДЭМ, т.е. без их нормализации стандартным отклонением.

Описание способа

На рис. 2 представлена упрощенная блок-схема способа обнаружения психоэмоционального расстройства человека. Суть способа заключается в адаптивном разложении речевого сигнала на равноартикуляционные полосы частот с помощью улучшенной ПМДЭМАШ и определения формант и формантной разборчивости в данных полосах. Структурно способ делится на три этапа: предварительная обработка (блоки 2–4), формантный анализ (блоки 5/8, 9), декомпозиция (блоки 6, 7). Блоки 11, 12 применяются только для исследования предложенного способа. Рассмотрим кратко этапы обработки предложенного способа.

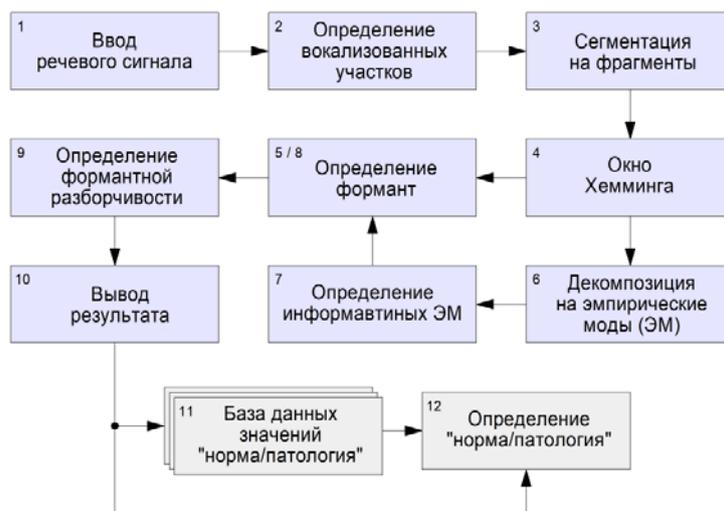


Рис. 2. Упрощенная блок-схема способа обнаружения психоэмоционального расстройства человека

Блок 1. Ввод речевого сигнала осуществляется со следующими параметрами: частота дискретизации 8000 Гц, разрядность квантования 16 бит. На рис. 3 представлена осциллограмма примера речевого сигнала-предложения «Лара врала, что была королевой Урала».

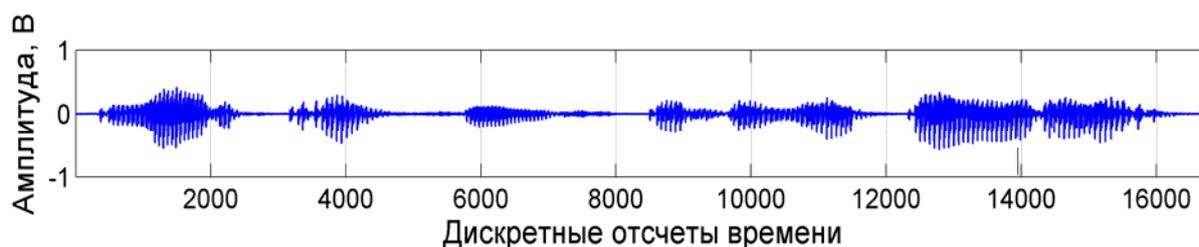


Рис. 3. Осциллограмма речевого сигнала

Блок 2. Обнаружение вокализованных участков представляет собой определение точных границ звуков речи, образованных с участием голосовых связок в общем речевом потоке. Корректное обнаружение границ вокализованных участков не только повышает эффективность форматного анализа, но и уменьшает количество вычислительных операций. На рис. 4 вокализованные участки отмечены прямоугольниками серого цвета. Невокализованные участки в дальнейшей обработке не используются.

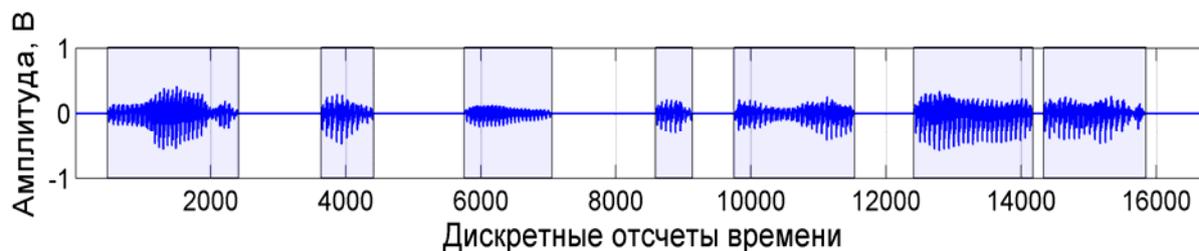


Рис. 4. Вокализованные участки речевого сигнала

Блок 3. Сегментация представляет собой линейное деление вокализованных участков речевого сигнала на составляющие отрезки, называемые фрагментами. В осно-

ве сегментации заложен принцип: свойства речевого сигнала с течением времени изменяются медленно. Это приводит к кратковременному анализу, в котором фрагменты выделяются и обрабатываются так, как если бы они были короткими участками отдельных звуков с отличающимися свойствами. На рис. 5,а представлен фрагмент вокализованного участка длительностью 100 мс. Длительность фрагмента в 100 мс определена эмпирически для повышения эффективности формантного анализа и декомпозиции.

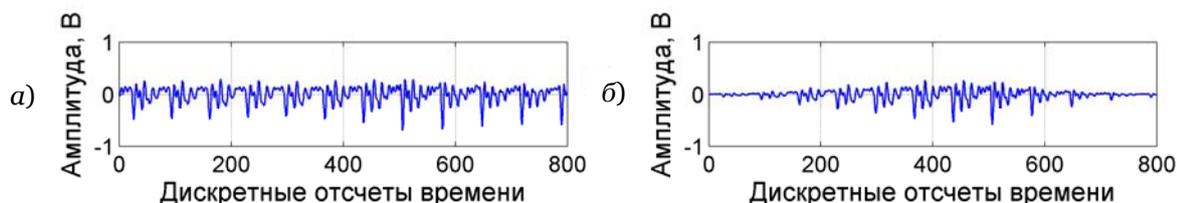


Рис. 5. Фрагмент вокализованного участка

Блок 4. Сегментация на фрагменты во временной области эквивалентна умножению сигнала на прямоугольное окно. В частотной области эквивалентна свертке из-за того, что передаточная функция прямоугольного окна имеет боковые лепестки, уровень которых достигает 20 %, спектр сигнала искажается (эффект Гиббса) [11]. Для уменьшения подобных искажений при обработке речевых сигналов применяются окна с плавно спадающими до нуля краями – окно Хемминга. На рис. 5,б представлен фрагмент вокализованного участка после оконной обработки.

Блок 5. Определение формант представляет собой определение числовых значений частоты, ширины, уровня и добротности полосы формантных областей. Частота формантной области F определяется как частотная составляющая, имеющая максимальный по амплитуде уровень. Ширина формантной области ΔF определяется как разность нижней F_L и верхней F_H частотной составляющей, на которых мощность спектральной огибающей снижается вдвое [12]. Добротность определяется как отношение частоты и ширины формантной области $Q = F/\Delta F$. На рис. 6 представлен пример результата определения формант вокализованного участка.

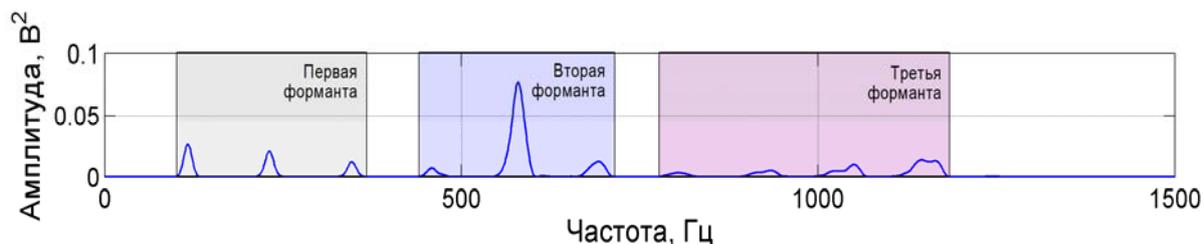


Рис. 6. Результат определения формант вокализованного участка

Блок 6. Важным условием адаптивного разложения речевого сигнала на равноартикуляционные полосы частот является возможность формирования адаптивного базиса, функционально зависящего от структуры самого сигнала. Это условие выполняется в методе улучшенной ПМДЭМАШ, частотно-избирательные свойства которого обеспечивают адаптивность при разложении и позволяют учитывать внутренние особенности сигнала (скрытые модуляции, области концентрации энергии и т.п.). Результат разложения приведен на рис. 7. Вокализованный участок речевого сигнала был разложен на девять частотных составляющих – равноартикуляционных частотных диапазонов. Однако для удобства визуализации ЭМ9 не отображена на рис. 7.

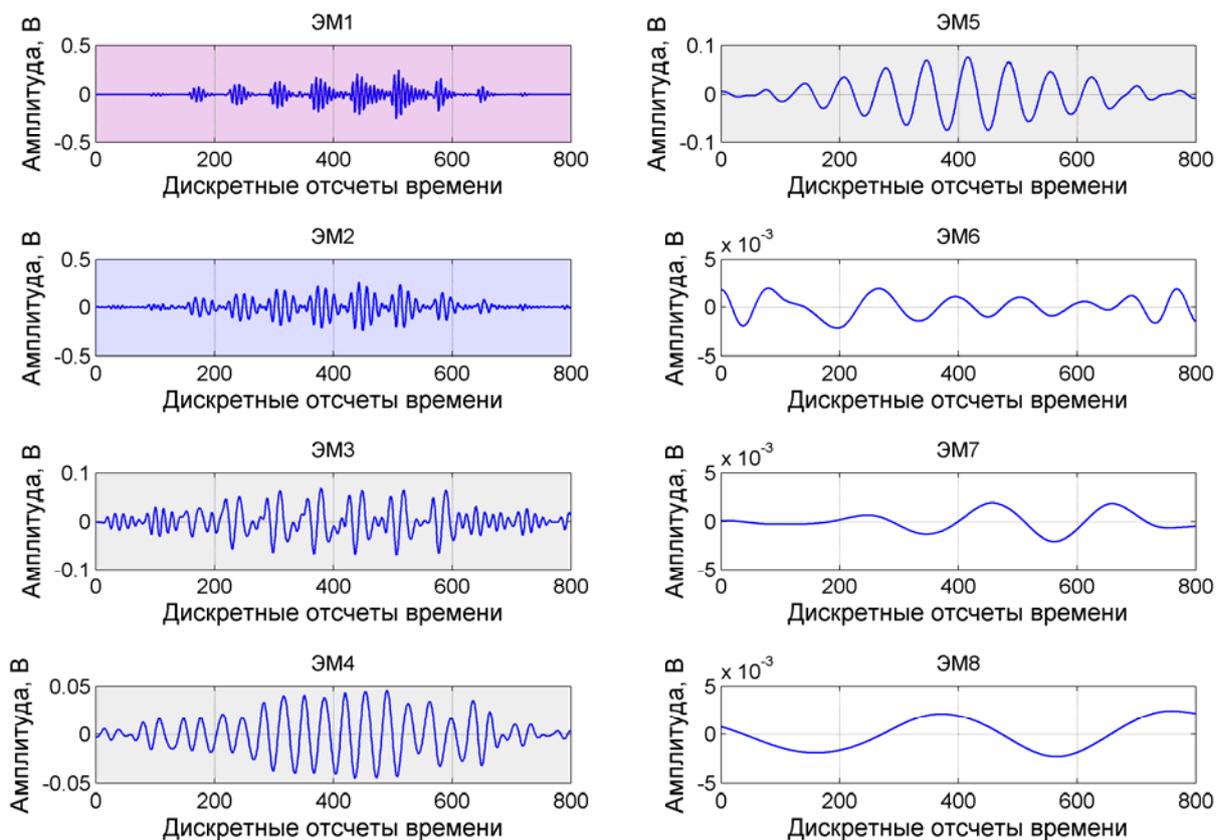


Рис. 7. Результат разложения вокализованного участка с помощью улучшенной ПМДЭМАШ

Блок 7. Задача определения информативных ЭМ сводится к обнаружению частотных диапазонов, отражающих информацию о частотной локализации формантных областей. В основе определения заложен принцип, что информативные моды имеют большую энергию, чем трендовые моды. Амплитудное распределение ЭМ хорошо описывается с помощью функции кратковременной энергии. Для сжатия амплитуды сигнала в большом динамическом диапазоне применяется логарифмирование энергии, максимально приближая работу способа к работе слухового аппарата человека. На рис. 8 представлена зависимость логарифма энергии ЭМ от ее номера. Как видно из рис. 7, 8, наиболее информативными, отражающими информацию о частотной локализации формантных областей являются ЭМ1 – ЭМ5.

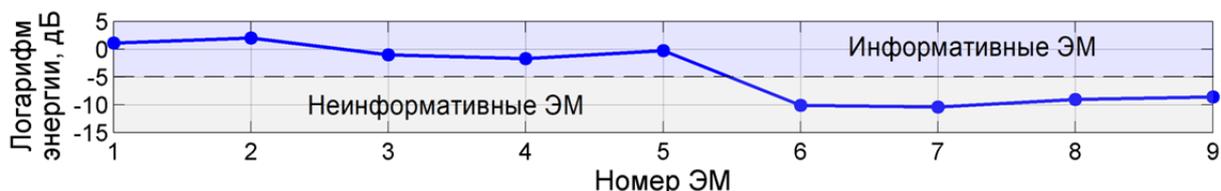


Рис. 8. Зависимость логарифма энергии ЭМ от ее номера

Блок 8. Результат определения формант информативных ЭМ представлен на рис. 9. Для упрощения формы спектра формант строились с использованием прямых линий, соединяющих вершины частотных составляющих. Локализации формантных областей:

- первая форманта – сумма ЭМ3, ЭМ4 и ЭМ5;

- вторая форманта – ЭМ2;
- третья форманта – ЭМ1.

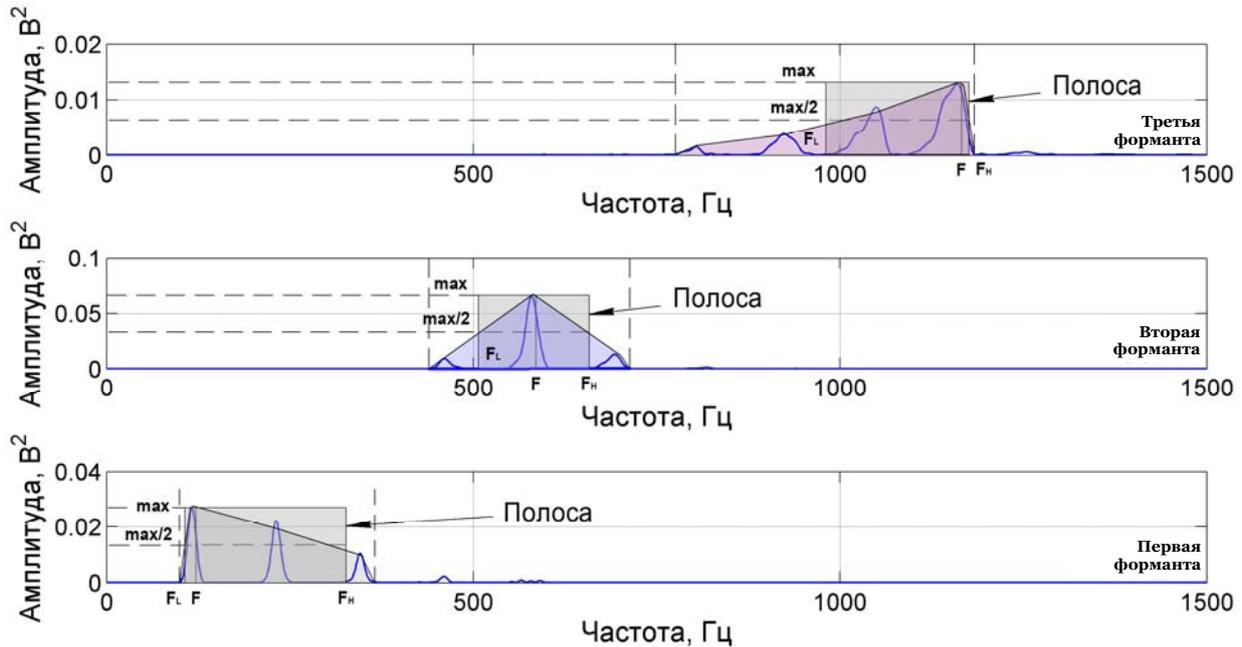


Рис. 9. Результат определения формант информативных ЭМ

Блок 9. Формантная разборчивость речи представляет собой величину смещения частотной локализации формантных резонаторов вследствие патологий моторики речеобразующей системы. В реальных условиях определению формант будут мешать различные искажения, помехи и акустические шумы, создающие маскировку. Поэтому формантная разборчивость уменьшится и будет определяться по следующей формуле [12]:

$$\Delta A_s = \Delta A_{smax} P_s(E'),$$

где $P_s(E')$ – коэффициент, показывающий, какая часть формант в полосе будет воспринята в реальных условиях; E' – уровень восприятия формант.

Считая значения ΔA_s в смежных полосах спектра речи независимыми, получаем свойство аддитивности формант. Формантная разборчивость для всей полосы частот определяется по формуле

$$A = \sum_1 \Delta A_s = \sum_1 \Delta A_{smax} P_s(E').$$

При разложении с помощью улучшенной ПМДЭМАШ на пять равноартикуляционных частотных диапазонов при условии, что $\Delta A_{1max} = \Delta A_{2max} = \dots = 0,25$ и $\sum_{s=1}^5 \Delta A_{smax} = 1$, формантная разборчивость равна:

$$A = \frac{1}{5} \sum_{s=1}^5 P_s(E').$$

Уровень восприятия формант: $E' = B'_p - b - B_{noise}$, где B'_p – уровень спектра формант; b – затухание при передаче речи; B_{noise} – спектральный уровень шума (с интегральным уровнем ощущения не менее 10дБ). Данные значения b взяты из работы [12].

Блок 10. Вывод результата заключается в формировании полученных значений формантной разборчивости, частоты, ширины, уровня и добротности полосы формант-

ных областей в удобный для дальнейшего определения «норма/патология» вид. Это осуществляется посредством распространенного метода, используемого в приложениях по обработке речевых сигналов – смешанных гауссовских моделей (*Gaussian Mixture Model, GMM*).

Исследование способа

Для тестирования предложенного способа сформирована группа исследуемых людей при поддержке центра психологической диагностики федерального казенного учреждения здравоохранения «Медицинская санитарная часть Министерства внутренних дел Российской Федерации по Пензенской области» (ЦПД ФКУЗ «МСЧ МВД РФ по Пензенской области»). Группа сформирована из наблюдаемых врачом-психиатром ЦПД ФКУЗ «МСЧ МВД РФ по Пензенской области» пациентов с эмоциональной нагрузкой, соответствующей третьему классу по степени напряженности. В группу отобрано 53 человека мужского и женского пола в возрасте от 18 до 79 лет. В том же количестве сформирована контрольная группа условно здоровых людей (без признаков психоэмоциональных расстройств и дефектов речи) из числа сотрудников и преподавателей Пензенского государственного университета.

В соответствии с разработанной авторами методикой была зарегистрирована база данных речевых сигналов. В подготовленном помещении с помощью специально настроенных параметров и расположения микрофона осуществлялась регистрация речи, воспроизводимой участниками обеих групп при чтении трех видов текстового материала:

- фонетически сбалансированный текст публицистической статьи из газеты, состоящий из 100 слов;
- фонетически сбалансированный текст литературного произведения, состоящий из 100 слов;
- специально подобранные слова, составленные из них словосочетаний и предложения, включающие в себя звуки, максимально отражающие нарушения при воспроизведении речи.

Для оценки эффективности разработанного способа использовался параметр – ошибки первого и второго рода. При анализе значения формантной разборчивости, частоты, ширины, уровня и добротности полосы формантных областей главной задачей исследования являлось обнаружение психоэмоционального расстройства. Поэтому ошибкой первого рода будет ложное присваивания статуса «норма» речевому сигналу, произнесенному человеком с эмоциональным расстройством, а ошибкой второго рода – ложное присваивание статуса «патология» речевому сигналу, произнесенному здоровым человеком.

Исследование проводилось в два этапа: обучение и тестирование. Обучение на группе здоровых людей представляет собой формирование базы данных значений информативных параметров (формантной разборчивости, частоты, ширины, уровня и добротности полосы формантных областей), соответствующих статусу «норма». На этапе обучения также автоматически формируется пороговое значение статуса «норма» как среднее арифметическое значение данных информативных параметров. Тестирование на группе людей с психоэмоциональными расстройствами заключается в последовательном сравнении значений информативных параметров исследуемых речевых сигналов с пороговыми значениями.

Для определения ошибки второго рода последовательность действия исследования сохраняется, изменяются только группы. Обучение осуществляется на группе людей с психоэмоциональными расстройствами, а тестирование на группе условно здоровых людей.

Все этапы обработки сигналов и анализа данных были выполнены в среде математического моделирования © *Matlab (MathWorks)*.

Исследование проводилось для трех видов речевых сигналов: слоги, слова и предложения. Сигнала длительностью не менее 100 мс были специально подготовлены с помощью аудиоредактора из зарегистрированной базы данных речевых сигналов. Для увеличения анализируемой информации слоги и слова в сигналах повторялись несколько раз (30 раз минимум). В табл. 2 представлены результаты определения психоэмоциональных расстройств.

Таблица 2

Результаты определения психоэмоционального расстройства

Прогнозируемый результат	Результат обнаружения		Ошибки первого и второго рода, %	
	Патология	Норма		
Слоги				
Патология	31 чел.	22 чел.	1st, α	41,5
Норма	13 чел.	40 чел.	2nd, β	24,52
Слова				
Патология	35 чел.	18 чел.	1st, α	33,96
Норма	9 чел.	44 чел.	2nd, β	16,98
Предложения				
Патология	49 чел.	4 чел.	1st, α	8,16
Норма	3 чел.	50 чел.	2nd, β	5,66

Результаты исследования и выводы

В сравнении между тремя видами сигналов наименьшее количество ошибок первого и второго родов ($\alpha = 8,16\%$, $\beta = 5,66\%$) достигается при анализе предложений. Объясняется это большим количеством анализируемой информации о формантной разборчивости, частоте, ширине, уровне и добротности полос формантных областей вокализованных участков в предложениях. Худшие результаты наблюдаются в анализе более коротких сигналов: слоги – $\alpha = 41,5\%$, $\beta = 24,52\%$ и слова – $\alpha = 33,96\%$, $\beta = 16,98\%$, которые никак не применимы в реальной практике.

В соответствии с результатами исследований можно сделать выводы:

- психоэмоциональные расстройства человека достаточно серьезно влияют на вокализованные характеристики речевого тракта;
- значения формантной разборчивости, частоты, ширины, уровня и добротности полосы формантных областей вокализованных участков анализируемых сигналов достаточно полно отображают нарушения работы артикуляционного отдела речевого тракта;
- предложенный способ обеспечивает точное определение психоэмоционального расстройства при анализе более длительных сигналов.

Библиографический список

1. Фант, Г. К. Акустическая теория речеобразования / Г. К. Фант ; пер. с англ. Л. А. Варшавского, В. И. Медведева ; науч. ред. В. С. Григорьева. – Москва : Наука, 1964. – 284 с.
2. Schuller, B. W. Computational Paralinguistics: Emotion, Affect and Personality in Speech and Language Processing / B. W. Schuller, A. M. Batliner. – New York : Wiley. – 2013. – P. 344.
3. Schwartz, T. L. Depression: Treatment Strategies and Management (Medical Psychiatry Series) / T. L. Schwartz, T. J. Petersen. – Boca Raton : Informa Healthcare, 2009. – 339 p.
4. Williamson, J. R. Vocal and facial biomarkers of depression based on motor incoordination and timing / J. R. Williamson, Th. F. Quatieri, B. S. Helfer, G. Ciccarelli, D. D. Mehta // 4th International Workshop on Audio / Visual Emotional Challenge (AVEC) (Orlando, USA, 3–7 November 2014) – Orlando, USA : New York, NY ACM, 2014. – P. 65–72.

5. Alimuradov, A. K. Measurement of speech signal patterns under borderline mental disorders / A. K. Alimuradov, A. Yu. Tychkov, A. V. Kuzmin, P. P. Churakov, A. V. Ageykin, G. V. Vishnevskaya // 21st Conference of Open Innovations Association FRUCT (Finland, Helsinki, 6–10 November 2017). – Finland, Helsinki : IEEE, 2017. – P. 26–33.
6. Alimuradov, A. K. A method to determine cepstral markers of speech signals under psychogenic disorders / A. K. Alimuradov, A. Yu. Tychkov, A. V. Ageykin, P. P. Churakov // 2018 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology (USBREIT) (Yekaterinburg, Russia, 7–8 May 2018). – Yekaterinburg, Russia : IEEE, 2018. – P. 128–131.
7. Colominasa, M. A. Improved complete ensemble EMD: a suitable tool for biomedical signal processing / M. A. Colominasa, G. Schlotthauer, M. E. Torres // Biomed. Signal Proces. – 2014. – Vol. 14. – P. 19–29.
8. Stassi, A. E. Vocal fold activity detection from speech related biomedical signals: a preliminary study / A. E. Stassi, G. A. Alzamendi, G. Schlotthauer, M. E. Torres / A. Braidot, A. Hadad (eds.) // VI Latin American Congress on Biomedical Engineering CLAIB (Parana, Argentina, 29–31 October 2014). IFMBE Proceedings. – Cham. : Springer. – Vol. 49. – P. 520–523.
9. Torres, M. E. Empirical mode decomposition. Spectral properties in normal and pathological voices / M. E. Torres, G. Schlotthauer, H. L. Rufiner, M. C. Jackson-Menaldi // 4th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering, ECIFMBE (Antwerp, Belgium, 23–27 November 2008). – Antwerp, Belgium : Springer, 2008. – P. 252–255.
10. Huang, N. E. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis / N. E. Huang, Sh. Zheng, R. L. Steven // Proceedings of the Royal Society of London. – 1998. – A 454. – P. 903–995.
11. Афонский А. А. Цифровые анализаторы спектра, сигналов и логики / А. А. Афонский, В. П. Дьяконов. – Москва : Солон-Пресс, 2005. – 576 с.
12. Михайлов, В. Г. Измерение параметров речи / В. Г. Михайлов, Л. В. Златоусова ; под ред. М. А. Сапожникова. – Москва : Радио и связь, 1987. – 168 с.

Алимурадов Алан Казанферович, кандидат технических наук, директор студенческого научно-производственного бизнес-инкубатора, Пензенский государственный университет.

E-mail: alansapfir@yandex.ru

Тычков Александр Юрьевич, кандидат технических наук, заместитель директора Научно-исследовательского института фундаментальных и прикладных исследований, Пензенский государственный университет.

E-mail: tychkov-a@mail.ru

Чураков Петр Павлович, доктор технических наук, профессор, кафедра информационно-измерительной техники и метрологии, Пензенский государственный университет.

E-mail: churakov-pp@mail.ru

Образец цитирования:

Алимурадов, А. К. Способ обнаружения психоэмоционального расстройства человека на основе декомпозиции на эмпирические моды и формантного анализа речевых сигналов / А. К. Алимурадов, А. Ю. Тычков, П. П. Чураков // Вестник Пензенского государственного университета. – 2019. – № 2 (26). – С. 69–80.