

¹В.Е. Ягур, ²Ю.М. Досин

¹УО «Белорусский государственный медицинский университет»

²УО «Белорусский государственный педагогический университет»

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ МЕТОД СОМАТОТИПИРОВАНИЯ МУЖЧИН, ОСНОВАННЫЙ НА УЧЕТЕ ДЛИНЫ И МАССЫ ТЕЛА

При статистическом анализе биомедицинских данных весьма важной является проблема нахождения наиболее подходящего закона распределения для описания группированного вариационного ряда, что позволяет использовать наиболее адекватные и мощные методы их статистического анализа [3].

Для определения характера эмпирического распределения доктором технических наук В.В. Нешитым разработана теория обобщенных (универсальных) распределений, которая включает три системы непрерывных распределений, систему дискретных распределений, взаимосвязанную с системой кривых роста новых событий, методы установления типа выравнивающей кривой и нахождения оценок параметров по номограммам [1, 2]. Для выравнивания большого разнообразия статистических распределений В.В. Нешитым построены три системы непрерывных распределений, каждая из которых задается одной, двумя или тремя плотностями.

Материал и методы. Рассмотрим возможности оценивания параметров распределения биомедицинских данных на примере анализа антропометрических признаков: длины тела (ДТ), массы тела (МТ), индекса Кетле (ИК) у мужчин в возрасте от 18 до 36 лет ($n=316$). Выборка представляет собой фрагмент материалов по изучению индивидуальных и популяционных особенностей физического типа белорусов, собранных в различных регионах Беларуси [4]. Избранные для анализа антропометрические признаки были аппроксимированы с помощью традиционного подхода – нормальным и логнормальным распределениями, а также с помощью второй системы непрерывных распределений. Для вычисления аппроксимирующего распределения и нахождения оценок параметров по статистическому интервальному ряду использован устойчивый метод [2]. Подбор закона распределения для антропометрических признаков (ДТ, МТ, ИК), а также построение гистограмм их эмпирических распределений и аппроксимирующих кривых в соответствии с нормальным и логнормальным распределениями, а также рядом других теоретических распределений, осуществлялся с помощью программы Statistica 6.0 [5].

Результаты и обсуждение

Традиционные расчеты средних значений (mean) и стандартных отклонений (SD) ДТ, МТ и ИК представлены в таблице 1. Кроме того, в этой же таблице приведены другие структурные средние: медиана (median), минимум (min), максимум (max), нижний (LQ₂₅) и верхний (UQ₇₅) квартили.

Таблица 1 – Длина и масса тела, индекс Кетле в выборке мужчин от 18 до 36 лет (n=316)

Параметр	Возраст	Длина, м	Масса, кг	ИК, кг/м ²
MEAN	26,9	1,734	71,3	23,7
MEDIAN	27	1,733	69,9	23,2
SD	4,4	0,06	9,6	2,9
MIN	17,0	1,580	50	17,6
MAX	35,0	1,905	102	34,7
LQ ₂₅	24,0	1,695	64,6	21,8
UQ ₇₅	30,0	1,772	76,9	25,2

Гистограмма эмпирического распределения признака «длина тела» соответствует теоретическому нормальному закону ($\chi^2=10,1$; $p=0,53$). Признак «масса тела» не аппроксимируется нормальным распределением ($\chi^2=20,5$; $p=0,002$), но аппроксимируется логнормальным распределением ($\chi^2=9,0$; $p=0,17$). Признак «индекс Кетле» не аппроксимируется ни нормальным ($\chi^2=19,4$; $p=0,0007$), ни логнормальным распределениями ($\chi^2=10,6$; $p=0,03$).

В соответствии с теорией обобщенных распределений эмпирическое распределение признака «длина тела» хорошо аппроксимируется теоретическим распределением 3-его типа, параметры которого указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры распределения 3-го типа признаков трех признаков

Параметр	Длина тела, м	Масса тела, кг	Индекс Кетле, кг/м ²
α	-1,260655754 E-14	-1,40898714 E-16	-1,96977583 E-20
β	57,85987	8,723789	14,60774
γ	44,44389	21,22715	19,94334
$k = \gamma / \beta$	0,76813	2,4346	2,4346
u	-1,568881	-0,3389107	-0,8304599
N	8,31809808 E-10	1,17707527 E-37	2,01713350 E-26
C (мода)	1,734	68,3	22,89
A	1,690	60,6	20,88
B	1,777	75,9	24,87

Параметры C (мода), A и B (точки перегиба, т.е. точки в которых вторая производная от плотности распределения равна 0) позволяют математически строго выделить *центральный* (от A до B) и *периферические* диапазоны ($<A$ и $>B$) и присвоить им балловые значения 2 (от A до B), 1 ($<A$) и 3 ($>B$).

Такая градация диапазонов длины тела позволяет использовать данный признак для выделения соматотипов мужчин на основе полуколичественной (балловой) оценки антропометрических данных. Судя по уровню $\chi^2=4,365$ ($p=0,9963$), использование теории обобщенных распределений позволило более точно определить характер распределения признака «длина тела» у мужчин в возрасте от 18 до 36 лет, сравнительно с аппроксимацией этого параметра нормальным распределением ($\chi^2=10,051$; $p=0,5258$). Аналогичный подход был применен для аппроксимации

эмпирического распределения признака «масса тела», который, как было показано, нельзя аппроксимировать с помощью нормального распределения, а также признака «индекс Кетле», не поддающийся выравниванию не только нормальным, но и логнормальным распределением. В рамках теории обобщенных распределений эмпирическое распределение признака «масса тела» хорошо аппроксимируется теоретическим распределением 3-его типа ($\chi^2=6,856$; $p=0,9963$), параметры которого указаны в таблице 2. Эмпирическое распределение признака «индекс Кетле» также хорошо аппроксимируется теоретическим распределением 3-его типа ($\chi^2=1,143$; $p=0,9502$), параметры которого указаны в той же таблице. Анализ двумерного распределения «длина тела/масса тела» с учетом новых диапазонов, определенных через точки А, В, С позволяет разбить всю выборку на 9 классов, которые можно рассматривать как строго обоснованный и простой способ антропометрического соматотипирования мужчин в возрасте от 18 до 36 лет (таблица 3).

Таблица 3 – Диапазоны соматотипирования мужчин в возрасте от 18 до 36 лет

Длина тела, м		Масса тела, кг		
		<60,6	60,6-78,9	>78,9
		1	2	3
<1,69	1	18	40	8
1,69-1,78	2	14	121	49
>1,78	3	1	34	31

Предлагаемый способ соматотипирования позволяет выделить три основных соматотипа: лептосомный (1-1) – 18 мужчин (5,7%), мезосомный (2-2) – 121 мужчина (39,3%), пикносомный (3-3) – 31 мужчина (9,8%), а также 6 промежуточных соматотипов. Вычисленные распределения можно представить на плоскости (В; Н), где В – показатель асимметрии, Н – показатель островершинности аппроксимирующего распределения (см. рисунок), что позволяет наглядно изобразить несколько распределений на плоскости.

На рисунке представлено расположение аппроксимирующих распределений признаков «длина тела», «масса тела», «индекс Кетле» в двух выборках мужчин – от 18 до 36 лет ($n=316$) и от 36 до 61 года ($n=266$). Визуальное различие аппроксимирующих распределений по указанным признакам, более чем очевидно, несмотря на близость средних значений и стандартных отклонений: $ДТ_{316}=1,734$ (0,06) vs $ДТ_{266}=1,696$ (0,06) м; $МТ_{316}=71,3$ (9,6) кг vs $МТ_{266}=72,0$ (11,6) кг; $ИК_{316}=23,2$ (2,9) кг/м² vs $ИК_{266}=25,0$ (3,6) кг/м².

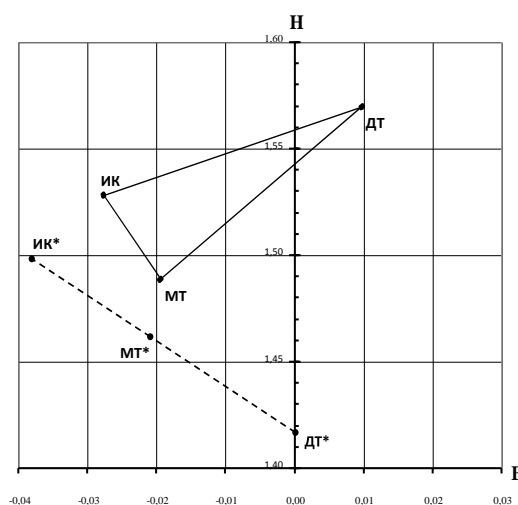


Рисунок – Изображение выравнивающих распределений на плоскости (В; Н): ДТ, МТ, ИК – мужчины до 36 лет (n=316); ДТ*, МТ*, ИК* – мужчины старше 36 лет (n=266)

Использование теории обобщенных распределений позволяет:
1) *вычислять* выравнивающее теоретическое распределение, а не «подбирать» его путем перебора известных распределений;

2) устранить «извечную» проблему биомедицинских исследований по определению «нормы» при интерпретации биомедицинских данных – среднее значение и стандартное отклонение не могут быть использованы для этих целей, так как большая часть количественных морфо-физиологических признаков человека не имеет нормального распределения;

3) определять, в соответствии с *вычисленным* аппроксимирующим распределением, параметры C (*мода*), A и B (*точки перегиба* – точки, в которых вторая производная от плотности распределения равна 0) и на этом основании, математически строго, выделять *центральный* (от A до B), а также *периферические* диапазоны ($<A$ и $>B$), интерпретируя центральный диапазон как *популяционную норму*;

4) визуализировать аппроксимирующие распределения в виде точек на плоскости «асимметрия/эксцесс» и оценить удаленность этих «точек» (групп, популяций) от известных теоретических непрерывных распределений (нормальное, логнормальное, Лапласа и др.).

Литература

1. Нешиной, В.В. Методы статистического анализа на базе обобщенных распределений: Учебно-методическое пособие. – Минск: Веды, 2001. – 168 с.
2. Нешиной, В.В. Элементы теории обобщенных распределений: Монография. – Минск: РИФШ, 2009. – 204 с.
3. Орлов, А.И. Прикладная статистика. Учебник. – М.: Изд-во Экзамен, 2004. – 656 с.
4. Салівон, І.І. Фізичны тып беларусаў: Узростковая, тыпалагічная і экалагічная

зменліваць. – Минск: Навука і тэхніка, 1994. – 239 с

5. Халафян А.А. Statistica 6. Статистический анализ данных.
Учебник. –

М.: ООО «

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ