

УДК 61:0014+61:577.3

А.А. Кузнецов, Л.Т. Сушкова, В.Г. Гуменный, С.А. Пермяков, А.А. Шмиг

**РЕЗУЛЬТАТЫ ВЕСЕННЕГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ГРУППЫ СТУДЕНТОВ**

Владимирский государственный университет

Представлены результаты обработки и анализа диаграмм ритма сердца одной группы студентов по данным регистраций электрокардиограмм. Обоснованы методика регистрации и объем выборки ритмограмм. Оценка функционального состояния студентов в интервале времени февраль–май проведена с использованием метода оценки вариабельности сердечного ритма и структурно-топологического анализа ритмограмм. Предложена методика тестирования цифровых рядов ритмограмм на артефакты известного происхождения по соотношению числа рабочих ярусов и вариационного размаха. В процессе анализа установлено, что все студенты группы находятся в соответствующем весеннему сезону одинаковом функциональном состоянии в пределах нормы.

*Ключевые слова:* функциональное состояние организма, вариабельность сердечного ритма, избыток продукции информационной энтропии.

**Введение**

В течение 10 лет на кафедре «Биомедицинской инженерии» Владимирского государственного университета проводится мониторинг функционального состояния организма (ФСО) студентов по данным групповых, серийных и комбинированных двадцатиминутных регистраций электрокардиограмм (ЭКГ) студентов второго курса (18–20 лет).

На сегодняшний день лучшей методологией оценки здоровья является теория функциональных систем П.К. Анохина [1], в рамках которой категории, характеризующие непрерывно-дискретные состояния биологической динамической системы в условиях непрерывного влияния патогенных факторов внешней среды, могут быть объединены понятием ФСО. Понятие ФСО одновременно должно иметь статус и функции динамического процесса, и интегрального состояния, обретая свойства «шкалы ФСО». Термин «нормы ФСО» становится характеристикой начала отсчета по этой шкале. Нормальное ФСО – это интегральная характеристика состояния здоровья, которая отражает адаптивные возможности при максимальном функциональном резерве организма и оценивается степенью напряжения регуляторных систем организма по данным изменений функций и структур наиболее реактивных систем и органов к факторам внешней среды влияния. Поэтому чрезвычайно актуальным является выбор в качестве объекта исследования ритма сердца как наиболее реактивной системы условно здорового человека на внешнюю среду влияния с предметным поиском индивидуальных и коллективных адаптационных способностей [2]. Метод оценки ФСО по данным вариабельности сердечного ритма (ВСР) удовлетворяет требованиям диагностического метода по технологии получения биосигнала с максимальной информацией о ФСО [3], что подтверждено международным стандартом оценки и интерпретации показателей ВСР [4].

Таким образом, донозологическая бессимптомная диагностика организма человека проводится по интегральному параметру – функциональному состоянию организма. Объектом исследования назначается ритм сердца [3–5]. При этом косвенно оценивается состояние и работа иммунной системы организма по величине функционального резерва и эффективности его использования.

Цель работы – анализ ритмограмм студентов одной группы с оценкой их общего функционального состояния во второй половине учебного года.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Комбинированные и серийные двадцатиминутные регистрации ЭКГ студентов второго курса (18 – 20 лет) одной группы БМИ<sub>6</sub>110 проводились во втором отделении монитором Холтера лицензированного комплекса амбулаторной регистрации AnnAFlash 3000 с программным обеспечением rEScreen [6]. Комбинированные регистрации проводились в положении тела «сидя» без адаптации к условиям регистрации в научной лаборатории Владимирского университета для студентов всей группы, состоящей из 24 человек: 11 девушек и 13 юношей. Каждый обследуемый проходил 5–8 регистраций в течение четырех месяцев (февраль – май 2012 г). Серийные регистрации проводились в положении тела «лежа» без адаптации в комфортных домашних условиях отдельно для двух студентов той же группы ежедневно в течение двух месяцев (март – апрель). Количество регистраций: комбинированных – 130, серийных – 100 (по 50).

Записи ЭКГ конвертировались в ритмограммы, которые далее проходили процедуру HRV (Heart rate variability) в окне программного обеспечения rEScreen с последующим формированием параметрической базы данных [4–6] в среде MatLab.

Исходя из поставленной цели работы, исследователь выбирает наиболее эффективный метод регистрации и методику формирования объема выборки экспериментальных данных. Поэтому, с одной стороны, для регистрации ЭКГ выбрано второе отделение, обеспечивающее наилучшее выделение элементов кардициклов на кривой ЭКГ. С другой стороны, необходимо провести сравнительный анализ двух вариантов назначения объема выборки: по одинаковой длине записи ритмограммы (по интервалу времени) или по одинаковому числу кардиоинтервалов (по числу отсчетов).

### Назначение объема выборки ритмограмм для статистического анализа

При росте объема выборки все общепринятые статистические параметры ритмограммы, кроме стресс-индекса (SI), быстро и монотонно растут. Это сопровождается формированием функции распределения и величин ее моментов, которые устанавливаются за промежуток времени 3–5 мин. При фиксированных условиях регистрации остальным параметрам для выхода на уровень собственных средних значений требуется дополнительно 12–15 мин. Таким образом, формирование функции распределения начинается с формирования среднего значения R-R интервала, среднеквадратического отклонения и коэффициентов асимметрии и эксцесса. Степень отклонения от нормального распределения характеризует степень проявления требуемых организмом в интервале времени регистрации регуляторных влияний, которая количественно оценивается параметрами HRV. Для коротких записей ЭКГ все параметры ритмограммы сильно зависимы от объема выборки, а при смене среднего значения ритмограммы все параметры обязаны «перенастроиться».

Объем выборки ритмограммы определен количеством отсчетов числа кардиоциклов. При заданной длине записи ЭКГ малое среднее значение ритмограммы задает большой объем выборки, а большое среднее значение ритмограммы – малый объем выборки. Принимая за рамочный параметр одинаковый интервал времени записи ЭКГ (20 мин) получаем разное число кардиоциклов в объеме выборки ритмограммы. Даже для здоровых людей различие в объемах выборки может быть двукратное. В этом случае сравнение ритмограмм по статистическим параметрам происходит по унифицированному параметру – интервалу времени. Все параметры ритмограмм приведены к одному интервалу времени, но определяют те или иные признаки ритмограмм для разного количества кардиоциклов.

Если в качестве рамочного параметра задавать объем выборки в предположении, что параметры ритмограмм нормируются (приводятся) к параметрам задаваемого по длине эталона, то возможны три варианта приведения:

1. Автоматический выбор максимального объема  $n_{\max}$  выборки длиной 20 мин. В этом случае вся база данных будет все время перестраиваться, так как всегда будет находиться новая выборка 20-минутной записи с объемом, максимальным ко всей базе данных.

2. Задание теоретически максимального объема, просчитывая минимальный размер кардиоцикла без интервала общей паузы и с минимальными значениями интервалов, сегментов и ширин зубцов, но и это не спасает. При нелинейных искажениях форм структуры, например, альтернации зубца  $T$ , размер кардиоцикла может уменьшиться;

3. Назначение одного и того же объема выборки, например, 1000 отсчетов, не обращая внимания на формируемую таким образом разную длину записи, выводя ее за рамки анализа. Полученная ритмограмма представляется физически обезличенным (без единиц измерения) количеством кардиоциклов математической модели, оперирующей количеством отсчетов.

Опыт проведения более 1000 регистраций ЭКГ в течение 10 лет показал, что максимальный объем выборки ограничен 20 минутами, в течение которых возможно обеспечить одинаковый средний минимальный уровень психического и эмоционального состояния молодого здорового человека. В условиях покоя нормализация распределения ритмограммы заканчивается после пятой минуты записи, средний уровень параметров HRV устанавливается после 20 мин записи, параметры нелинейного анализа меняют ускоренный – на замедленный рост после 15 мин записи.

Назначение объема выборки по одинаковому интервалу времени 20 мин позволяет ввести интервал стационарности по всем параметрам variability сердечного ритма, оставляя объект исследования физическим. Назначение объема выборки по одинаковому числу отсчетов выводит за рамки исследования интервал времени кардиоцикла, придавая ему статус номера отсчета и подменяя объект исследования математической моделью. Исходя из изложенного, основным критерием назначения объема выборки ритмограммы служит одинаковая двадцатиминутная длина записи ЭКГ.

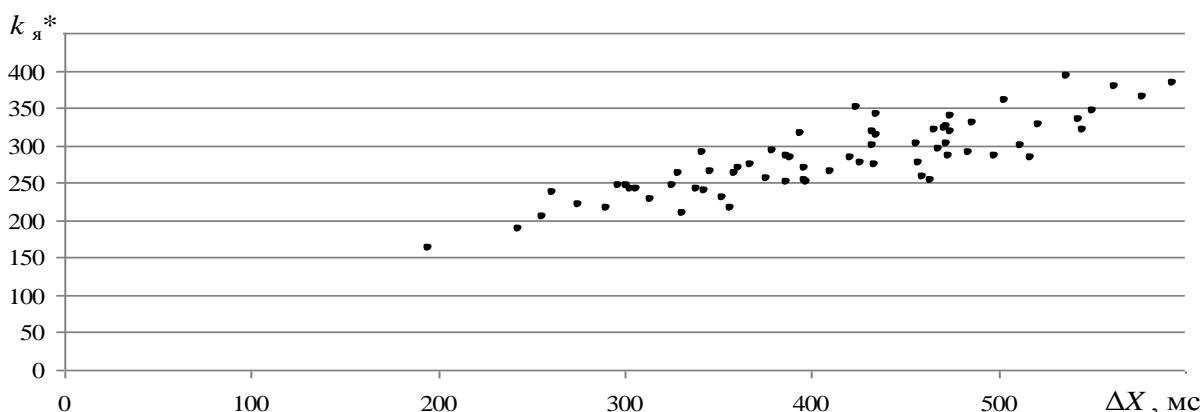
## МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

После регистрации ЭКГ и выборе длины записи при подготовке экспериментальных данных к анализу необходимо тщательно их проверить. Для конвертирования ЭКГ в ритмограмму существенным является качественное и адекватное выделение зубца  $R$ . И, хотя для здоровых молодых людей наименее вероятно ожидать нестандартные морфологические изменения кардиоциклов, тем не менее, индивидуальные особенности организма человека в переменных внешних условиях физических и социальных полей могут приводить к известным искажениям структуры кардиоциклов на ЭКГ [4, 5]. Наиболее частые локальные искажения (артефакты) формируемой ритмограммы появляются при слабовыраженной деполяризации желудочков. Программный фильтр выделения пиков зубцов  $R$  либо пропускает его, либо «путает» с последующим зубцом  $T$ , и ритмограмма обретает локальные искажения в форме псевдоэкстрасистол.

Для борьбы с этим «злом» авторы использовали следующую методику. К полученной ритмограмме, наряду со стандартной процедурой HRV, применялась ярусная технология анализа [4] в части определения количества  $k_{я}^*$  рабочих ярусов и сопоставления с вариационным размахом  $\Delta X$ . Если программа выделения пиков зубцов  $R$  «путала» их с зубцами  $T$ , но на ритмограмме возникали резкие отклонения от среднего значения, сопоставимые с ним по величине. Это практически не отражалось на величине  $k_{я}^*$ , но сильно (в 1,5 раза) меняло значение  $\Delta X$ . На параметрической диаграмме  $k_{я}^*(\Delta X)$  каждая точка соответствует паре значений этих параметров определенной ритмограммы. Если величина  $\Delta X$  оказывается сильно измененной, то эта точка на диаграмме значительно отходит от предполагаемой [7, 8] линейной зависимости. В нашем случае из 230 ритмограмм оказались локально искаженными две. На рис. 1 показана диаграмма  $k_{я}^*(\Delta X)$  с внесенными исправлениями.

Оказалось, что предполагаемая линейная зависимость  $k_{я}^*(\Delta X)$ , представлена «в нескольких экземплярах». Внутри ромбовидной области распределения (рис. 1) выделяются, как минимум, четыре линейные составляющие в форме прямых одинакового наклона со сдвигом по шкале  $0\Delta X$  на 40 – 60 мс. Трактую  $\Delta X + 1 \approx \Delta X$  как количество всех ярусных зна-

чений R-R интервалов на ритмограмме при шаге дискретизации 1мс, нетрудно понять, что эффективность их использования ритмом падает на диаграмме «слева – направо».



**Рис. 1. Диаграмма зависимости числа рабочих ярусов на диаграмме ритма сердца ее вариационным размахом для 130 комбинированных регистраций**

Наличие фрактальных компонент на диаграммах ритма сердца (ДРС) определено переменным психоэмоциональным состоянием обследуемого в интервале времени регистрации. На ДРС это сказывается в появлении нескольких стационарных участков с разной структурой стохастичности, а переходы между ними обычно связаны с резким и сильным (до 50 %) изменением значений R-R интервалов на участках 10–15 отсчетов (2–3 периода дыхания). Эти изменения указывают на относительность состояния покоя обследуемого и приносят случайный характер изменений границ параметра  $\Delta X$ . Отсутствие таких участков на ДРС обследуемых со спокойным темпераментом определяет положение точки на диаграмме  $k_{я}^*(\Delta X)$  на левой линейной границе распределения (линейная зависимость), а их присутствие – к смещению точки на диаграмме  $k_{я}^*(\Delta X)$  вправо с эффектами дискретизации по темпераменту при слабом рассеянии, связанном с иными факторами. Диаграммы  $k_{я}^*(\Delta X)$  для серийных измерений имеют распределения в тех же границах по горизонтали (параметр  $\Delta X$ ) и сжаты по вертикали (параметр  $k_{я}^*$ ).

В рамках выбранной трактовки распределения  $k_{я}^*(\Delta X)$  на диаграмме рис. 1 следует отметить одинаковый угол наклона предполагаемых линейных зависимостей. На каждые 150 мс интервала параметра  $\Delta X$  приходится приблизительно 150 мс интервала параметра  $k_{я}^*$ . Тангенс угла наклона составляет  $1 \text{ мс}^{-1}$ . Это может означать, с одной стороны, оптимальное использование числа рабочих ярусов в интервале вариационного размаха, а с другой – наличие аддитивной составляющей, меняющейся дискретно и кратно 40 – 60 мс, предположительно – в зависимости от темперамента здорового обследуемого в состоянии покоя. Аддитивная составляющая проявляется также дискретно: сначала при формировании 200 наполненных ярусов на ДРС, затем – при 250 наполненных ярусах.

### Результаты обработки и анализа ДРС группы студентов

При донозологической диагностике общепринятым методом оценки функционального состояния организма человека (вне зависимости от возраста и пола) является метод оценки variability сердечного ритма (BCP), или HRV [4–8]. Для коротких записей, к которым относятся и двадцатиминутные, рекомендуемый набор параметров многофакторной оценки включает стандартные параметры статистической и частотной областей анализа, а также параметры, «пришедшие» из космической медицины и предложенные Баевским Р.М. [5]. В принятых обозначениях и в несколько сокращенном виде их расчетные значения приведены в табл. 1 и 2 для комбинированных и серийных регистраций соответственно.

Таблица 1

## Средние значения параметров комбинированных регистраций

Стандартные параметры статистической и частотной областей анализа [4]							
$n$	$\langle X \rangle$ , мс	SDNN, мс	RMSSD, мс	Triangular Index	VLF, мс <sup>2</sup>	LF, мс <sup>2</sup>	HF, мс <sup>2</sup>
1663±44	746±16	58±3	35±2	30,4±1,5	2572±288	2635±297	783±111
Параметры Баевского Р.М. [5]							
АМо, %	Мода, мс	ИН, с <sup>-2</sup>	ВПП, отн.ед.	ИВР, с <sup>-1</sup>	ПАПР, с <sup>-1</sup>	ΔX, мс	LF/HF
15,8±0,8	719±26	32±4	554±23	44,2±4,2	22,6±1,7	416±17	4,2±0,4
Параметры структурно-топологического и критериального анализа ДРС [7, 8]							
$k_{я}^*$ , %	$\langle \Delta_{я} \rangle$ , мс	$I^*$ , бит	$i$ , бит	H(X), бит	ТР, мс <sup>2</sup>	ТР·ИН·10 <sup>-4</sup>	ИН·σ <sup>2</sup> ·10 <sup>-4</sup>
69±1	1,5±0,03	7,2±0,06	0,20±0,04	7,9±0,1	8364±651	21,0±1,4	8,3±0,3

К статистическим параметрам отнесены: объем выборки  $n$ , стандартное отклонение ритмограммы (SDNN, или  $\sigma$ ) и дифференциальной ритмограммы RMSSD, геометрический параметр формы распределения (Triangular Index). К частотным параметрам отнесены: полная спектральная мощность ТР, спектральные мощности диапазонов очень низких VLF, низких LF и высоких HF частот, а также отношение мощностей LF/HF [4]. Параметры и индексы напряжения регуляторных систем [4] представлены во вторых строках табл. 1, 2. Амплитуда моды АМо, %, – доля кардиоинтервалов, соответствующая значению моды. Мода (Мо, мс) как наиболее вероятное значение среди всех значений R-R интервалов определяется по пику гистограммы. Индекс вегетативного равновесия (ИВР = АМо/ΔX, с<sup>-1</sup>) определяет соотношение симпатической и парасимпатической регуляции сердечной деятельности. Показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР = АМо/Мо, с<sup>-1</sup>) отражает соответствие между уровнем функционирования синусового узла и симпатической активностью. Вегетативный показатель ритма (ВПП = (Мо·ΔX)<sup>-1</sup>, с<sup>-2</sup>) позволяет судить о вегетативном балансе: чем меньше величина ВПП, тем больше вегетативный баланс смещен в сторону преобладания парасимпатической регуляции. Индекс напряжения регуляторных систем (ИН = АМо/(2·ΔX·Мо), с<sup>-2</sup>) отражает степень централизации управления сердечным ритмом [5–8].

В третьих строках таблиц представлены параметры структурно-топологического и критериального анализа ДРС, основанные на применении ярусной технологии [7, 8]. К ним относятся: процентное отношение числа  $k_{я}^*$  рабочих ярусов на ДРС, средневыворочный межъярусный промежуток  $\langle \Delta_{я} \rangle$ , информационная энтропия ДРС  $I^*$ , энтропия  $H(X)$  бесконечного ряда случайных чисел, распределенных по нормальному закону, избыток продукции энтропии  $i$  и безразмерные критерии соответствия функционального резерва степени напряжения регуляторных систем ТР·ИН и ИН·σ<sup>2</sup>.

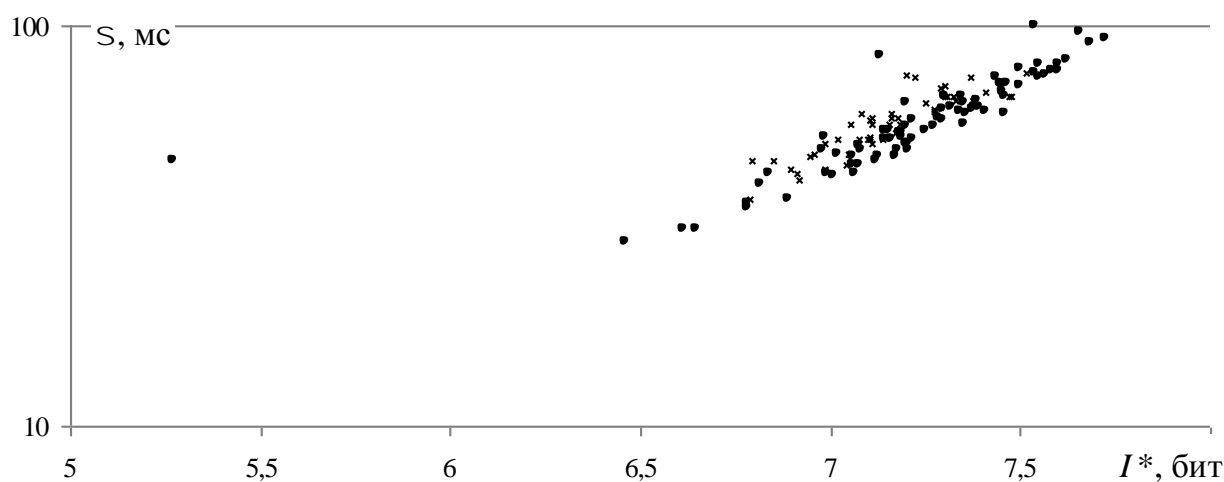
Таблица 2

## Средние значения параметров первой серии регистраций

Стандартные параметры статистической и частотной областей анализа [4]							
$n$	$\langle X \rangle$ , мс	SDNN, мс	RMSSD, мс	Triangular Index	VLF, мс <sup>2</sup>	LF, мс <sup>2</sup>	HF, мс <sup>2</sup>
1367±27	894±15	57±2	43±2	29±1	1968±148	1806±147	1051±90
Параметры Баевского Р.М. [5]							
АМо, %	Мода, мс	ИН, с <sup>-2</sup>	ВПП, отн.ед.	ИВР, с <sup>-1</sup>	ПАПР, с <sup>-1</sup>	ΔX, мс	LF/HF
15,9±0,5	896±15	21±1	489±14	38±2	18±1	442±12	2±0,2
Параметры структурно-топологического и критериального анализа ДРС [7, 8]							
$k_{я}^*$ , %	$\langle \Delta_{я} \rangle$ , мс	$I^*$ , бит	$i$ , бит	H(X), бит	ТР, мс <sup>2</sup>	ТР·ИН·10 <sup>-4</sup>	ИН·σ <sup>2</sup> ·10 <sup>-4</sup>
61±1	1,7±0,04	7,2±0,03	0,3±0,02	7,9±0,04	8207±353	16,2±0,6	6,5±0,2

Обращают внимание значения доверительного интервала (уровень значимости  $\alpha = 0,05$ ) в пределах 10 % по всем параметрам и для обеих таблиц. С одной стороны, это подтверждает возможность проведения статистического анализа: все обследуемые «изготовлены по одному рецепту» и соответствуют статистическому ансамблю. С другой стороны, это свидетельствует о постоянстве величин характеристических параметров для одного человека и для группы разных людей одного возраста в течение февраля – мая. При этом практически все величины параметров лежат в пределах нормы общего функционального состояния [4–8]. В таком случае акцент в анализе переносится на параметры, величины которых наиболее сильно отличаются. К ним относится отношение спектральных мощностей LF/HF (см. табл. 1, 2). Для группы обследуемых более выражено симпатическое влияние на ритм сердца, для одного обследуемого – парасимпатическое. Это, вероятно, связано с разным временем регистрации: дневным и вечерним. Как видим, осреднение по статистическому ансамблю и по времени привело к практически одинаковым результатам.

Как известно [7, 8], наиболее информативным при классификации функциональных состояний является анализ зависимости статистического параметра стандартного отклонения от информационной энтропии ДРС (рис. 2). Приведенная в полулогарифмическом масштабе функциональная связь стандартного отклонения и информационной энтропии при  $i \approx 0$  (кроме двух регистраций) также характеризует функциональные состояния обследуемых нормой, но с некоторыми нюансами. Во-первых, данные комбинированных регистраций и серийной регистрации в указанном масштабе на графической диаграмме формируют линейные зависимости при значениях  $i$ , близких к нулю, что в обоих случаях распределений соответствует «весеннему сезону» [4]. Во-вторых, данные серии вечерних регистраций сдвинуты на 0,1 бит влево на диаграмме рис. 2 параллельно данным дневных регистраций, что свидетельствует о слабом усилении регуляции ритма. В-третьих, данные двух мартовских регистраций одного и того же студента характеризуются последовательными значениями  $i = 1$  бит и  $i = 3$  бит.



**Рис. 2.** Точечная диаграмма зависимости стандартного отклонения  $\sigma$  от информационной энтропии для 130 ритмограмм комбинированных записей (•) и 50 ритмограмм первой серии (x)

В первом случае результат соответствует «зимнему сезону», а во втором – преморбидному состоянию вне рамок условно-сезонной классификации [8], что указывает на истощенное состояние иммунной системы организма по величине функционального резерва [5]. В-четвертых, плотность распределения точечных значений параметров в обоих случаях сим-

метричная относительно их средних значений:  $\sigma = 58 \pm 3$ мс и  $I^* = 7,2 \pm 0,1$  бит (см. табл. 1, 2), а форма распределений указывает на случайный характер отклонений от средних значений. Это позволяет придать данным статус статистического ансамбля по двум указанным параметрам, подтверждая высказанное ранее предположение. В пятых, в рамках проведенных исследований условно-сезонная классификация функционального состояния организма, наложенная на общепринятый календарь учебного года (сентябрь – июнь), позволяет компенсировать аккумулируемые в течение года психоэмоциональные затраты студентов, сезонным ростом функционального состояния от угнетения в октябре – ноябре ( $i = 2$  бит) до нормы в апреле – июне ( $i = 0$ ) [8].

Принятая методика исследования позволяет, опираясь на общепринятый в клинической кардиологии и физиологии стандартный многофакторный анализ по совокупности рекомендуемых параметров, оценивать общее функциональное состояние людей. При сравнительном анализе результатов комбинированных и серийных регистраций появляется возможность проверять схожесть этих состояний по статистическому ансамблю и времени с проверкой выполнения эргодической гипотезы по совокупности параметров.

### Выводы

1. Все студенты группы находятся в соответствующем весеннему сезону одинаковом функциональном состоянии в пределах нормы. Отклонения в этих пределах имеют случайный индивидуальный характер.

2. По минимальному значению избытка продукции энтропии ДРС ( $i \rightarrow 0$ ) определен интервал времени февраль – май, обозначенный «весенним сезоном» и удовлетворяющий требованию эргодической гипотезы для используемых параметров variability ритма сердца группы молодых здоровых людей одного возраста.

3. Рост значения  $i$  вне рамок условно-сезонной классификации функционального состояния является показателем напряжения регуляторных систем ритма сердца, определяющим процесс истощения функционального резерва.

4. Методика тестирования ритмограмм на артефакты известного происхождения по соотношению числа рабочих ярусов и вариационного размаха позволяет не только надежно выделять ритмограммы с искаженными участками, но и оценивать по амплитуде и частоте индивидуальные рефлекторные психоэмоциональные реакции в интервале времени записи.

### Библиографический список

1. **Анохин, П.К.** Философские аспекты теории функциональной системы: избр. труды / П.К. Анохин. – М.: Наука, 1978. – 400 с.
2. **Агаджанян, Н.А.** Адаптационная и этническая физиология: продолжительность жизни и здоровье человека / Н.А. Агаджанян. – М.: РУДН. 2009. – 34 с.
3. **Никулина, Г.А.** Исследование статистических показателей сердечного ритма, как метод оценки функционального состояния организма при экстремальных воздействиях: дисс... канд. матем. наук / Г.А. Никулина. – М.: 1974. – 147 с.
4. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use // European Heart Journal. 1996. V.17. – P. 354–381.
5. **Баевский, Р.М.** Введение в донозологическую диагностику / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Слово, 2008. – 176 с.
6. Medical Computer Systems. Moscow, Zelenograd: <http://www.mks.ru>
7. **Кузнецов, А.А.** Энтропия ритма сердца: монография / А.А. Кузнецов. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009. – 172 с.

8. **Кузнецов, А.А.** Системный анализ и обработка электрокардиографической информации: дисс. ... д-р техн. наук / А.А. Кузнецов. – Н. Новгород: 2012. – 297 с.

*Дата поступления  
в редакцию 19.02.2013*

**A.A. Kuznetsov, L.T. Sushkova, V.G. Gumennyj, S.A. Permjakov, A.A. Shmig**

**RESULTS OF SPRING INSPECTION OF A STUDENTS GROUP  
FUNCTIONAL CONDITION**

Vladimir state university

Results of processing and the analysis of heart rhythm diagrams of one students group are submitted according to electrocardiograms registration. The technique of registration and volume of rhythmgram sample are proved. The estimation of students functional state in a time interval February - May is carried out with use of a method of an estimation of heart rate variability and the structural - topological analysis. The technique of testing of digital numbers on artifacts of a known origin on a ratio of number of working circles and variation scope is offered. During the analysis it is established, that all students of group are in the identical functional condition appropriate to a spring season within the limits of norm.

*Key words:* an organism functional state, heart rate variability, an entropy production surplus.