

УДК: 61:519.2 (075.8)

ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА СТУДЕНТОВ

Н.Л. Ли́ла, Т.П. Тананакина

Луганский государственный медицинский университет, Луганск

Описывается прогностическая модель, ориентированная на анализ темпераментальных и нейродинамических особенностей студентов с учетом гендерных различий. Приводится биологическая верификация указанной модели.

***Ключевые слова:** студенты, функциональное состояние, прогностическая модель.*

Введение. Потребность в исследовании адаптации студентов к учебным нагрузкам сохраняется в связи с их возрастанием и происходящим одновременно ухудшением функционального состояния организма, влияющего на стояние здоровья. Здоровье – одно из обязательных условий полноценного выполнения студентом своих учебных, а в будущем и профессиональных функций (Авдиенко, 2007; Розов, 2007; Алтынова и др., 2009). Для организации адекватных организационных и медико-социальных мероприятий по предупреждению формирования нарушений здоровья в молодом возрасте необходим поиск ранних критериев оценки функционального состояния организма и прогнозирования его изменений (Бусловская, Рыжкова, 2010; Сараева, 2011; Кузнецова, Павлушенко, 2013; Польшка, Бердник, 2013). С этой целью используется комплексный подход на основе современных методов информационных технологий (Щедрина, 2007, 2009; Трапезникова, 2011; Гриценко и др., 2013).

В настоящей работы мы задались целью построить прогностическую модель оценки функционального состояния организма студентов на основе психофизиологических показателей с помощью интеллектуального и статистического анализа Data Mining.

Методика. Обследовано 415 студентов медицинского университета (241 девушка и 174 юноши). Проводили оценку темпераментальных (нейротизм, личностная тревожность) и нейродинамических (уравновешенность и скорость нервных процессов, индивидуальное восприятие времени) особенностей (Римская, Римский, 1999; Ли́ла и др., 2013). По данным вариабельности сердечного ритма определяли уровень функционального состояния организма студентов: удовлетворительный, напряженный и перенапряженный (Шлык, 2009). Для построения прогностической модели путем случайного отбора была

сформирована обучающая выборка, в которую вошли 110 девушек и 89 юношей. В проверочную выборку, необходимую для проведения биологической верификации сформированной модели, вошли 131 девушка и 85 юношей.

Предварительный статистический анализ полученных результатов проводили методами описательной статистики и кросстабуляционных таблиц с помощью модулей системы «STATISTICA 10». Оценку многомерных данных и разработку прогностической модели проводили средствами интеллектуального и статистического анализа: визуальный Data Mining и определение прогностических классификационных правил в среде свободно распространяемого программного обеспечения ViDaExpert 1.2.

Результаты и обсуждение. Для оценки функционального состояния организма необходимо учитывать особенности деятельности различных систем, в первую очередь, нервной и сердечно-сосудистой, которые обеспечивают приспособительные реакции организма. Поэтому мы исследовали темпераментальные и нейродинамические характеристики и определяли возможность их использования для прогнозирования индивидуального уровня функционального состояния исследуемых студентов с помощью современного метода статистического анализа. Для этого сформировали три группы студентов с разным уровнем функционального состояния, в которые включались юноши и девушки: удовлетворительный уровень – 37 (42%) юношей, 40 (37%) девушек; напряжение – 27 (30%) юношей, 42 (38%) девушки; перенапряжение – 25 (28%) юношей, 28 (25%) девушек. Эти группы использовали как обучающие для создания прогностической модели.

Для реализации построения прогностической модели в качестве исходных данных была выбрана совокупность признаков, отражающих психофизиологические характеристики, группы прогноза составили три известных уровня функционального состояния. Характеристики выражались совокупностью данных порядкового и количественного типов. Порядковые признаки предварительно шкалировались, после чего, вместе с количественными, были центрированы и нормированы. Результаты этой подготовки представляли в виде таблицы «объект-признак». Следующий шаг анализа – превращение исходных данных в удобный для восприятия графический образ путем их проецирования на заданную определенным образом двумерную плоскость. Созданный образ отражает объективные количественные многомерные свойства и совокупность характеристик объектов. Одним из аспектов визуального представления большого массива числовых данных является нормировка значений исходного множества объектов по каждому из параметров (т.е. по осям многомерного пространства). В программе предусмотрен режим ранжирования исходных значений, т.е. переход по

всем осям от реальных значений к ранговым. Благодаря использованию этой процедуры достигается статистически естественное нормирование, которое обеспечивает сохранение свойств выборки.

Для поиска зависимости признаков, на основе которых строилась модель и оценки степени их взаимного влияния, обнаружения главных и переменных, которые не коррелируют с последующей классификацией с помощью построенного редуцированного факторного пространства в рамках исследуемых групп юношей и девушек, были проведены корреляционный анализ и выявление главных компонент (РСА). Полученные результаты показали наличие корреляции между выбранными признаками, как у девушек, так и у юношей (табл. 1).

Таблица 1

Значимые корреляции признаков для построения модели

	Юноши				Девушки			
	LT	Трг	FV	IM	LT	Трг	FV	IM
Е	-	0,24	-0,26	-0,23	-	0,28	-0,33	-0,16
LT		0,21	-0,16	-0,22		0,17	-0,34	-0,13
Трг			-0,54	-0,78			-0,28	-0,43
FV				0,43				-

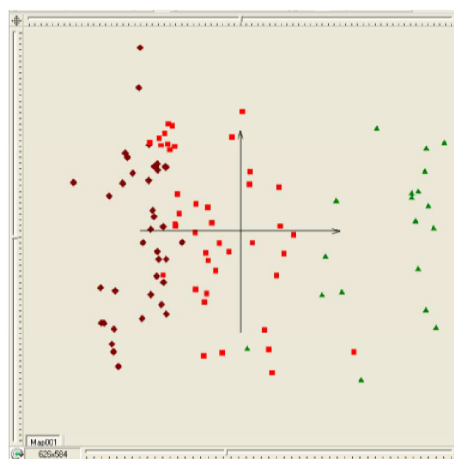
Примечание. Е – нейротизм, LT – личностная тревожность, Трг – время преобладания реакции на движущийся объект, FV – показатель функциональных возможностей центральной нервной системы, IM – индивидуальная минута.

Как один из наиболее распространенных методов факторного анализа метод главных компонент состоит в последовательном поиске факторов. Первый фактор объясняет наибольшую часть дисперсии; не зависимый от него второй фактор объясняет наибольшую часть оставшейся дисперсии (Ковалева, Ростовцев, 2002). В группах юношей и девушек было выявлено три главных компоненты (табл. 2).

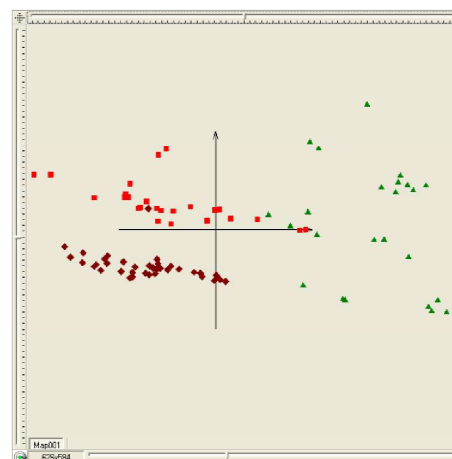
С помощью главных компонент выделили три ортогональных оси, которые являются комбинациями переменных, в наибольшей степени характеризуют объясненную дисперсию варибельности данных. Эти оси используются в целях дальнейшего проектирования набора точек и формирования совокупности данных в виде облаков для предварительной визуальной оценки структуры исследуемых данных (рис. 1). За счет ландшафтного расположения облаков судили о внутренней структуре данных, а об их сходстве или различии – по евклидовому расстоянию между точками.

Результаты выявления главных компонент в группах юношей и девушек

Группа	№ признака по порядку	№ фактора	Признак	1	2	3	4	5	
Юноши	1	4	E	0,289	0,543	0,723	0,205	0,011	
	2	5	LT	0,025	0,059	-0,330	-0,116	0,056	
	3	1	Trg	0,573	0,006	-0,260	0,203	0,739	
	4	3	FV	-0,472	-0,138	0,010	0,848	0,159	
	5	2	IM	-0,551	0,040	0,294	-0,429	0,652	
	Дисперсия				0,500	0,194	0,172	0,099	0,034
	Общая дисперсия				0,400	0,724	0,867	0,966	1,000
Девушки	1	2	E	0,488	0,087	0,693	0,317	0,410	
	2	1	LT	0,507	0,315	0,119	-0,260	-0,712	
	3	4	Trg	0,348	-0,380	-0,187	0,533	-0,329	
	4	3	FV	-0,383	0,738	0,087	0,472	-0,175	
	5	5	IM	-0,212	-0,295	0,006	0,536	-0,239	
	Дисперсия				0,503	0,242	0,115	0,079	0,061
	Общая дисперсия				0,403	0,755	0,861	0,939	1,000



А



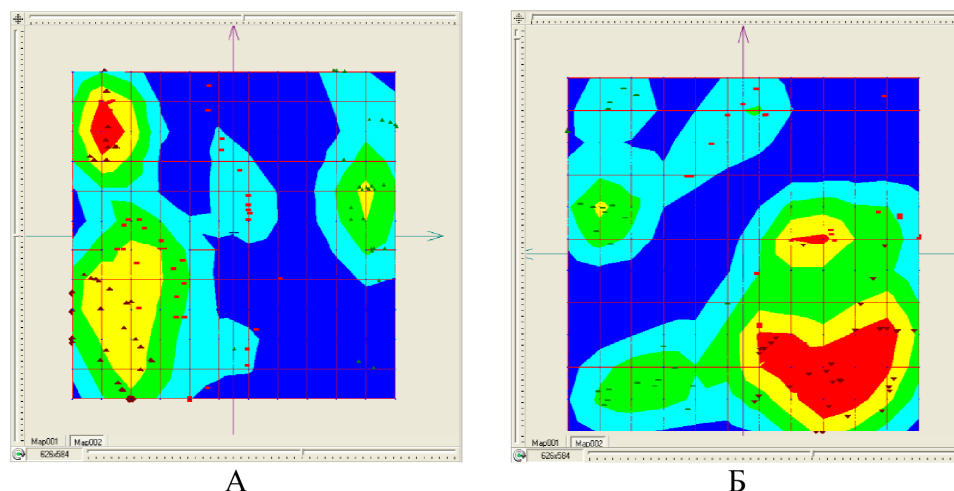
Б

Рис. 1. Распределение облаков данных в виде «объект-точка» для групп девушек (А) и юношей (Б) с различным уровнем функционального состояния в трехмерном факторном пространстве:

коричневые ромбы – удовлетворительный уровень функционального состояния, красные квадраты – напряжение, зеленые треугольники – перенапряжение; две оси отражены на плоскости, а третья находится в ортогональном положении к первым двум

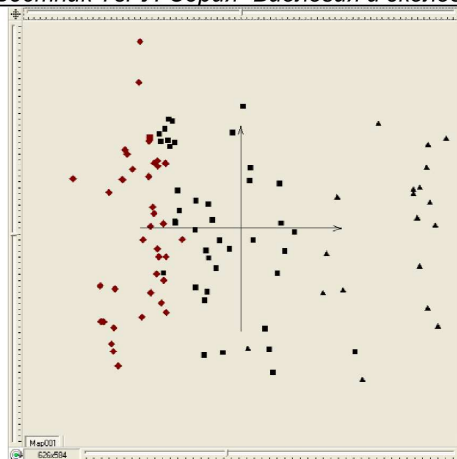
Для дальнейшей визуализации многомерных данных была применена ГИС-технология с целью построения линий уровня и раскраски карты (картографирование). Данный метод позволяет наглядно представить расположение точек-объектов, восстановить пробелы в данных и построить прогноз. На картах, приведенных на рис. 2, представлена закономерность взаимосвязей между объектами с различным уровнем функционального состояния, отражена плотностью

распределения точек. Области различной плотности скопления точек закрашиваются по-разному.

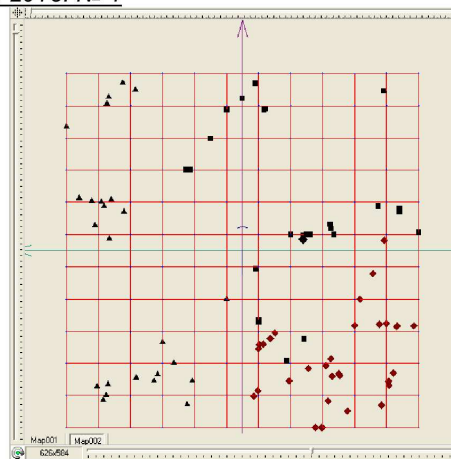


Р и с . 2 . Картографирование набора признаков, отражающих закономерность взаимосвязей между объектами с различным уровнем функционального состояния для девушек (а) и юношей (б): такие же, как на рис. 1; различные цвета областей отражают плотность распределения точек: 20 – синий, 40 – голубой, 60 – зеленый, 80 – желтый, 100 – красный

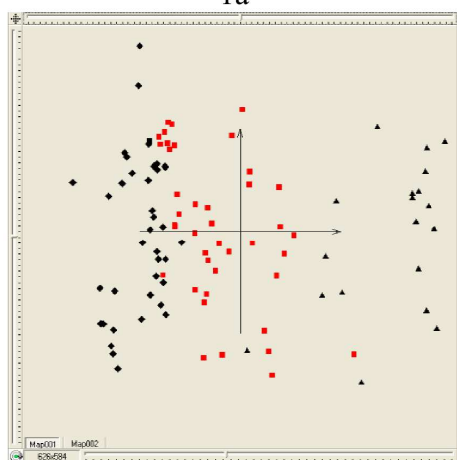
Проведенная визуализация многомерных данных средствами Data Mining лежит в основе создания прогностических-классификационных правил, позволяющих провести классификацию исследуемых студентов по прогностическим группам с различным уровнем функционального состояния. С помощью решающих правил были получены результаты классификации всех объектов обучающей выборки, которые представлены в виде проекции точек на плоскости (рис. 3). При этом четко визуализируется компактное распределение объектов с похожим набором признаков. Достоверность в трех прогнозируемых группах, как у юношей, так и у девушек была высокой. В обеих группах процент ошибки первого и второго рода составлял от 0% до 3,57%, что свидетельствует о достаточно четком и правильном распределении объектов прогнозируемых классов. Вид полученных в результате исследований классификационных функций для девушек и юношей представлены в табл. 3.



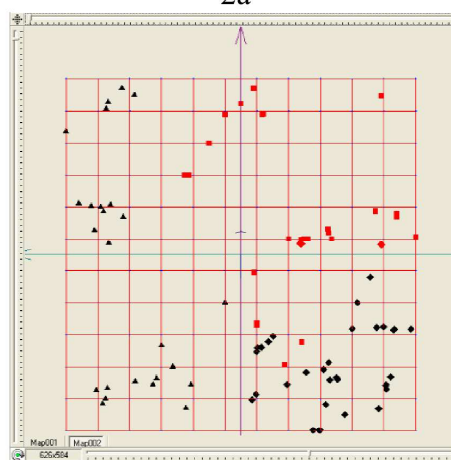
1а



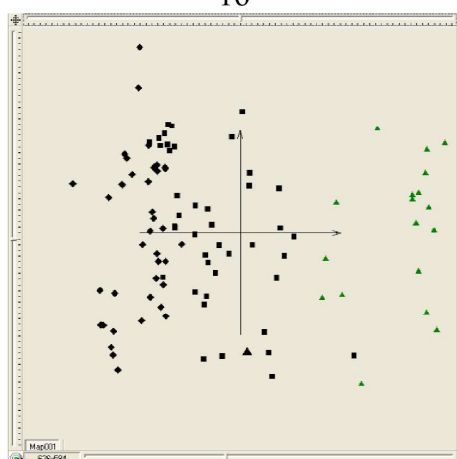
2а



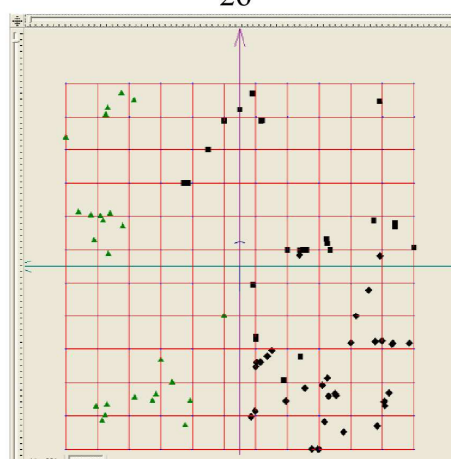
1б



2б



1в



2в

Рис. 3. Построение классификационно-прогностических правил для классов с удовлетворительным уровнем функционального состояния (а), с напряжением (б) и перенапряжением (в) у девушек (1) и юношей (2): Черным цветом выделены объекты, выключились из рассмотрения при построении классификационных функций

Классификационные функции для девушек и юношей с разным уровнем функционального состояния

Прогноз уровня функционального состояния	Вид функций	
	Девушки	Юноши
Удовлетворительный	$f_{UD}(X) = (-0,19519)*E + (-0,1907)*Lt + (-0,14611)*Tpr + 0,707916*FV + 0,297275*IM + (-0,52251)$	$f_{UD}(X) = (-0,46591)*E + (-0,5641)*Lt + (-0,33394)*Tpr + (-0,09663)*FV + (-0,06812)*IM + (-0,47262)$
Напряжения	$f_N(X) = (-0,44953)*E + 0,140162*Lt + (-0,35496)*Tpr + (-0,60283)*FV + (-0,25782)*IM + 0,32201$	$f_N(X) = 0,281386*E + 0,617426*Lt + (-0,61377)*Tpr + 0,114787*FV + (-0,006977)*IM + (-0,32993)$
Перенапряжения	$f_{PN}(X) = 0,609333*E + 0,09291*Lt + 0,240236*Tpr + (-0,16927)*FV + (-0,16713)*IM + (-0,46176)$	$f_{PN}(X) = 0,083174*E + 0,114531*Lt + 0,573641*Tpr + (-0,36317)*FV + (-0,39013)*IM + (-0,56374)$

Проверка достоверности решающих правил осуществлялась на объектах с известным уровнем функционального состояния, которые не входили в обучающую выборку (131 девушка и 85 юношей). Для решения прогностической задачи проводился расчет значений классификационных функций для всех признаков, характеризующих объекты (студентов). Максимальное значение одной из трех функций позволяло отнести каждого студента к тому классу, который описывала это функция. Пример проведения расчетов приведены в табл. 4.

Таблица 4

Вычисленные значения классифицирующих функций для студентов кросс-проверочной выборки с различными уровнями адаптационных возможностей

№ студента в выборке	Юноши			№ студента в выборке	Девушки		
	$f_N(X)$	$f_{PN}(X)$	$f_{UD}(X)$		$f_N(X)$	$f_{PN}(X)$	$f_{UD}(X)$
1	0,50	0,93	-0,81	1	-1,01	-2,19	3,00
4	-0,27	-0,47	-0,80	4	1,10	2,44	-3,39
7	-0,68	3,63	-1,35	8	-1,23	-1,82	3,00
10	0,41	0,52	0,74	9	-0,23	-0,98	1,15
11	-1,84	3,38	-0,98	11	-1,93	-1,26	3,15
18	0,35	0,66	-0,94	41	0,92	-1,32	0,57
19	-0,73	0,07	1,21	51	-0,31	2,21	-1,85
20	0,97	-0,01	-0,20	53	1,08	-1,29	0,45
21	-0,09	-0,17	0,53	141	-1,15	-1,26	2,42
22	-1,15	-0,82	0,57	143	-0,21	-0,91	1,19
23	0,11	0,01	0,49	146	0,44	0,36	-0,70
42	-0,62	-0,51	0,49	151	0,78	0,21	-0,79
45	-2,62	-0,96	1,90	152	0,12	0,22	-0,25
50	0,96	0,88	-0,13	153	0,30	0,34	-0,54

В результате проверки было показано, что среди студентов 1 класса, с удовлетворительным уровнем функционального состояния, 47 (92%) юношей были классифицированы верно, только 4 (8%) юношей были отнесены ко второму классу (ошибка первого рода),

также только 6 (7%) девушек были неверно классифицированы (табл. 5). Среди студентов 2 класса, с напряженным уровнем функционального состояния, ошибка первого рода составила 7% для юношей и 6% для девушек: двое юношей ошибочно классифицировались как лица с перенапряжением, пять девушек были отнесены к 3-му классу, а один – к 1-му. Юноши с перенапряжением функционального состояния классифицировались без ошибок, а 3 (5%) девушек из группы 3-го класса были отнесены ко 2-му классу. Таким образом, проверка показала высокую достоверность полученных результатов.

Таблица 5

Распределение студентов с разным уровнем функционального состояния на классы в проверочной выборке

Класс	Юноши				Девушки			
	1	2	3	Всего	1	2	3	Всего
1	47 (92%)	4 (8%)	0	51	74 (93%)	6 (7%)	0	80
2	0	25 (93%)	2 (7%)	27	1 (1%)	93 (94%)	5 (5%)	99
3	0	0	7 (100%)	7	0	3 (5%)	59 (95%)	62

Примечание. 1 – удовлетворительный уровень функционального состояния, 2 – напряжение, 3 – перенапряжение.

Заключение. Таким образом, путем анализа данных, характеризующих темпераментальные и нейродинамические свойства студентов, с помощью интеллектуального и статистического анализа средствами Data Mining были рассчитаны значения классифицирующих функций для юношей и девушек, позволяющие соотносить их в соответствии с прогнозируемым уровнем функционального состояния организма в покое. Проверка достоверности решающих правил или биологическая верификация показала, что разработанную модель можно использовать в других группах студентов.

Список литературы

- Авдиенко Г.Ю.* 2007. Влияние мероприятий психологической помощи студентам в начальный период обучения на успешность адаптации к образовательной среде вуза // Вестн. психотерапии. № 24. С. 8-14.
- Алтынова Н.В., Панихина А.В., Анисимов Н.И.* 2009. Физиологический статус студентов-первокурсников в условиях адаптации к обучению в вузе // В мире научных открытий. № 3-2. С. 99-103.
- Бусловская Л.К., Рыжкова Ю.П.* 2010. Коррекция дезадаптации у студентов университета // Новые исследования. Т. 1. № 22. С.74-82.
- Гриценко В.И., Вовк М.И, Кифоренко С.И., Котова А.Б.* 2013. Здоровье – профилактика: принципы и постулаты // Кибернетика и вычислительная техника. Вып. 172. С. 9-20.
- Ковалева Г.Д., Ростовцев П.С.* 2002. Анализ социологических данных с применением статистического пакета SPSS. Новосибирск: НГУ. 160 с.

- Кузнецова Г.В., Павлущенко Е.В.* 2013. Ранняя диагностика усталости у студентов медицинского вуза и методы ее коррекции [Электрон. ресурс] // Медицина: актуальные вопросы и тенденции развития: науч-практ. конф., 26 февраля. 2013 г. Режим доступа <http://www.apriorinauka.ru/uploads/files/KUZNECOVA,PAVLUSHENKOK3.pdf> (Дата обращения: 12.04.2014).
- Лиля Н.Л., Тананакина Т.П., Гальченко В.Я., Ивасенко А.В., Болгов Д.М.* 2013. Индивидуально-типологические характеристики психической деятельности студентов с разными типами вегетативной регуляции организма // Загальна патологія та патологічна фізіологія. Т. 8. № 2. С. 270-274.
- Полька Н.С., Бердник О.В.* 2013. Сучасні підходи до оцінки здоров'я в гігієні дитинства // «Журнал НАМН України». 2013. Т. 19. № 2. С. 226-235.
- Римская Р., Римский С.* 1999. Практическая психология в тестах, или как научиться понимать себя и других. М.: АСТ-ПРЕСС. 135 с.
- Розов В.И.* 2007. Методики оцінки і самооцінки адаптивних і ндивідуально-психологічних властивостей особистості // Практична психологія та соціальна робота. № 6. С. 30-48.
- Сараева Н.М.* 2011. Психологическая адаптация студентов в экологически неблагоприятных условиях жизненной среды // Проблемисучасної психології. Вип. 11. С. 797-806.
- Трапезникова М.В.* 2011. Системный подход в оценке адаптации студентов 1-2 курса медицинского вуза: дисс. ... канд. мед. наук. Рязань. 196 с.
- Щедрина А.Г.* 2009. Понятие и структура индивидуального здоровья человека: методология системного подхода [Электрон. ресурс] // Медицина и образование в Сибири. № 5. 6 с. Режим доступа: http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=380 (Дата обращения: 12.04.2014).
- Шлык Н.И.* 2009. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск: Удмуртский университет. 255 с.
- Щедрина А.Г.* 2007. Здоровый образ жизни: методологические, социальные, биологические, медицинские, психологические, педагогические, экологические аспекты. Новосибирск: ООО «Альфа-Виста». 144 с.

PROGNOSTIC MODEL OF THE FUNCTIONAL BODY STATE IN STUDENTS

N.L. Lila, T.P. Tananakina

Lugansk State Medical University, Lugansk

The prognostic model for the analysis of temperamental and neuro-dynamic peculiarities of students, based on students' parameters and gender differences is proposed. The biological verification of the proposed model is provided.

Keywords: *students, functional state, prognostic model.*

Об авторах:

ЛИЛА Наталья Леонидовна – ассистент кафедры физиологии, Луганский государственный медицинский университет, 91050, Луганск, кв. 50-летия Оборона Луганска, д. 1, e-mail: lilanatalya@mail.ru

ТАНАНАКИНА Татьяна Павловна – профессор, заведующая кафедрой физиологии, Луганский государственный медицинский университет, 91050, Луганск, кв. 50-летия Оборона Луганска, д. 1, e-mail: tanaislg@mail.ru

Лиля Н.Л. Прогностическая модель оценки функционального состояния организма студентов / Н.Л. Лиля, Т.П. Тананакина // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2015. № 1. С. 35-44.