

* ЗАПРОШУЄМО ДО ДИСКУСІЇ

* WELCOME TO DISCUSSION

УДК 612.087.1:519.233

ВИКОРИСТАННЯ ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ПОШУКУ МОДЕЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСОВОЇ ДИНАМІКИ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Любомир **ВОВКАНИЧ**Львівський державний університет фізичної культури,
Львів, Україна

Анотація. Одним з актуальних на сьогодні завдань вивчення часової динаміки фізіологічних функцій спортсменів є напрацювання об'єктивних підходів, які б дали змогу виокремити із сукупності індивідуальних часових залежностей окремі модельні групи. Тому публікацію присвячено аналізу можливості використання для цього факторного аналізу. На прикладі аналізу показників електричної активності м'язів лучників виявлено можливість застосування запропонованої методики для об'єднання індивідуальних кривих часових залежностей біоелектричної активності м'язів в окремі модельні групи. Для *m. trapezius dext.* показано наявність трьох основних модельних груп часових змін амплітуди електроміограми.

Ключові слова: факторний аналіз, часова динаміка, модель.

Постановка проблеми. Пошук модельних характеристик часової динаміки змін багатьох фізіологічних показників організму спортсменів під час фізичних навантажень нерідко ускладнюється наявністю значних індивідуальних відмінностей між учасниками досліджень. Прикладом цього може слугувати часова динаміка середньої амплітуди інтерференційної міограми (ІЕМГ) лучників під час виконання пострілу (рис. 1).

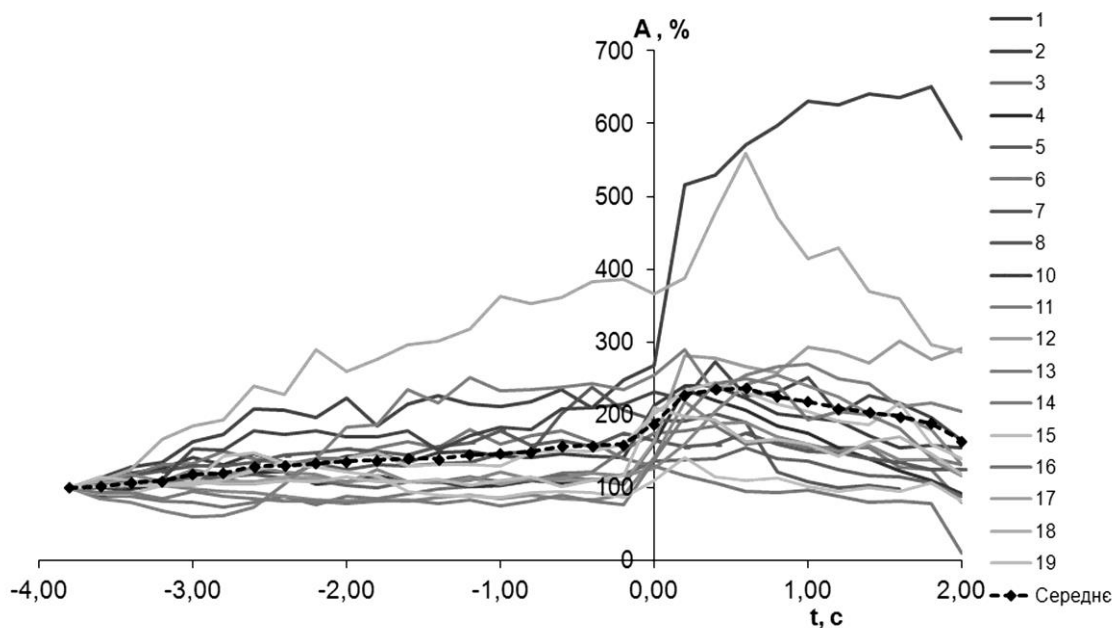


Рис. 1. Індивідуальні зміни середньої амплітуди ІЕМГ (А, %) *m. trapezius dext.* лучників під час стрільби на дистанції 75 м.

Пунктирна лінія з точками – усереднене значення ($n = 18$)

Індивідуальні відмінності можуть обумовлюватися приналежністю досліджуваних до різних груп за технікою виконання вправи, рівнем функціональної підготовленості, вегетативним статусом, конституційними особливостями організму тощо. При цьому важливо відрізнити особливості часової динаміки, викликані випадковими чинниками, від особливостей, зумовлених фізіологічними особливостями організму (особливостями обміну речовин, вегетативного статусу тощо).

В окремих випадках також важливо виявити приналежність спортсменів до окремих модельних груп за технікою (характером, способом) виконання вправи. Спроби усереднення динаміки показників осіб, які належать до різних груп, можуть призвести до неправильного тлумачення результатів. За наявності значної кількості спостережень складно вирізнити особливості часової динаміки функцій, які б дали змогу встановити приналежність особи до тієї чи іншої модельної групи. На жаль, у проаналізованій літературі з математичної статистики [1–8, 11] не вдалося виявити підходів, які б дозволили виокремити із сукупності кривих часових залежностей окремі модельні групи. Тому **метою** дослідження став аналіз можливості використання методу факторного аналізу для виокремлення модельних груп часової динаміки фізіологічних показників.

Зв'язок роботи з науковими планами, темами. Наукове дослідження виконано в рамках теми 2.25 Зведеного плану "Моніторинг процесу адаптації кваліфікованих спортсменів з урахуванням їх індивідуальних особливостей".

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що за допомогою факторного аналізу значну кількість змінних об'єднують у меншу кількість незалежних величин, які називають факторами [2]. В один фактор об'єднують змінні, які тісно корелюють між собою. При аналізі часової динаміки вся сукупність кривих, які характеризуються аналогічними закономірностями змін показників у часі, буде з високою імовірністю корелювати лише в межах одного фактора. Таким чином, кількість вагомих факторів, виокремлених у результаті аналізу, відповідатиме кількості модельних груп часових залежностей. Такий методичний підхід дасть змогу застосувати єдиний, об'єктивний та математично обґрунтований підхід до пошуку модельних залежностей часової динаміки багатьох фізіологічних показників. Нижче наведено результат його застосування у процесі аналізу змін амплітудних характеристик інтерференційної (поврхневої) електроміограми (ІЕМГ) у часі при виконанні пострілу з лука.

Методи дослідження. Факторний аналіз виконували з використанням програми SPSS 11.5. Фактологічний матеріал для факторного аналізу отримано шляхом аналізу ІЕМГ м'язів лучників, зареєстрованої під час стрільби на дистанції 75 м. Досліджували ІЕМГ спортсменів високої кваліфікації (КМС, МС) віком 18–22 роки. Реєстрацію ІЕМГ виконували за допомогою електроміографа "Нейро-МВП-Микро" (ООО "Нейрософт", Російська Федерація) згідно зі стандартними вимогами [4, 5]. Аналізували фрагмент ІЕМГ упродовж часового інтервалу від 4 с до моменту випуску стріли та до 2 с після випуску. Аналіз виконували за допомогою програми "Нейро-МВП.NETω" (версія 3.01.29.0), середню амплітуду (мВ) визначали для сегментів тривалістю 200 мс.

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз часової динаміки середньої амплітуди ІЕМГ *m. trapezius dext.* засвідчив наявність значних індивідуальних відмінностей у спортсменів (рис. 1). При цьому коефіцієнт варіації досягав в окремих випадках 60–70%, у середньому становлячи 43,27%. Під час факторного аналізу цифрові значення величини середньої амплітуди ІЕМГ кожного спортсмена розглядали як окрему змінну. Факторний аналіз часової динаміки середньої амплітуди ІЕМГ *m. trapezius dext.* виявив групування змінних у три основні фактори (див. табл. 1, рис. 2). Відповідно до цих факторів були побудовані основні моделі зміни електричної активності м'язів лучників.

До першої модельної групи належать показники 14 спортсменів, для яких характерне плавне зростання амплітуди електричної активності м'язу до випуску з наступним досить значним зростанням у період –200 – +600 мс відносно випуску стріли.

Хоча часовий тренд показника близький у всіх спортсменів першої групи, проте значні індивідуальні відмінності амплітуди зумовили збереження високого показника коефіцієнта

варіації – понад 43%. До другої модельної групи (другого фактора) належать троє спортсменів, у яких випуск стріли відбувся на фазі зниження середньої амплітуди ІЕМГ. Зниження розпочиналося ще з 400–600 мс до випуску. Коефіцієнт варіації в цій групі досягав 20%. До складу третьої групи увійшла лише одна спортсменка, коливання амплітуди електричної активності *m. trapezius dext.* у якої мало неупорядкований характер.

Таблиця 1

Результати факторного аналізу середньої амплітуди ІЕМГ *m. trapezius dext.* лучників (n = 18)

Змінні (спортсмени)	Фактори		
	1	2	3
1	0,945	0,083	0,283
2	0,910	-0,210	-0,250
3	0,929	0,115	-0,065
4	0,910	-0,128	0,327
5	0,915	0,033	0,157
6	-0,550	0,750	0,198
7	0,344	0,754	0,309
8	0,512	0,786	0,015
9	0,856	0,342	0,036
10	0,902	-0,342	0,125
11	0,914	-0,320	-0,160
12	0,868	-0,306	-0,215
13	0,724	0,533	-0,290
14	0,974	0,085	0,024
15	0,926	-0,322	-0,062
16	0,862	0,422	-0,120
17	0,897	-0,132	0,131
18	0,042	-0,362	0,855

Значні індивідуальні коливання показників у першій модельній підгрупі та детальніший аналіз коефіцієнтів кореляції дозволив розподілити її на дві підгрупи (див. рис. 3).

До першої увійшли 5 спортсменів ($r = 0,70-0,89$), до другої – 9 спортсменів ($r > 0,90$). Для спортсменів першої групи характерним є плавне збільшення амплітуди електричної активності м'яза, яке дещо прискорюється перед випуском. Коефіцієнт варіації в цій групі становив у середньому 39,64%, що зумовлено індивідуальними особливостями амплітуди ІЕМГ. У спортсменів другої групи збільшення амплітуди електричного сигналу упродовж періоду до 200 мс перед випуском невелике, проте надалі цей показник наростає дуже швидко, досягаючи максимуму на 200 мс після випуску. Коефіцієнт варіації у середньому становить 41,21%.

Таким чином, використання факторного аналізу дозволяє виокремити із сукупності кривих часової динаміки показників ІЕМГ модельні групи, об'єднані однаковим характером змін показника в часі. Детальніший аналіз отриманих коефіцієнтів кореляції та візуальний аналіз груп кривих дає змогу точніше описати окремі моделі залежностей. Водночас значні індивідуальні відмінності все ж не дозволяють суттєво зменшити коефіцієнти варіації усереднених даних групи.

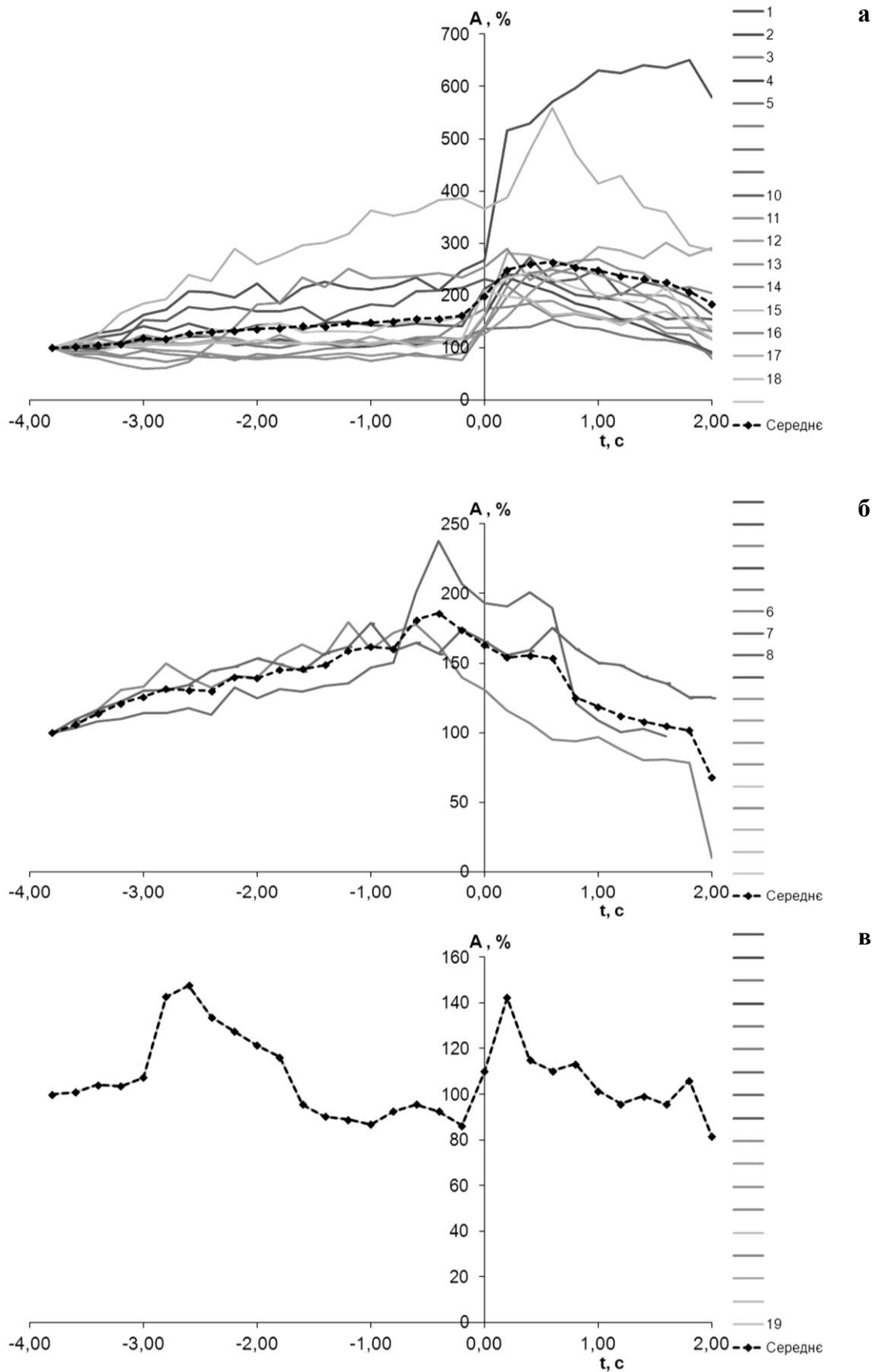


Рис. 2. Зміни середньої амплітуди ІЕМГ (А, %) *m. trapezius dext.* лучників під час стрільби на дистанції 75 м.

На вкладках а, б і в зображено індивідуальні та усереднені криві (пунктир з точками) для кожної з трьох моделей.

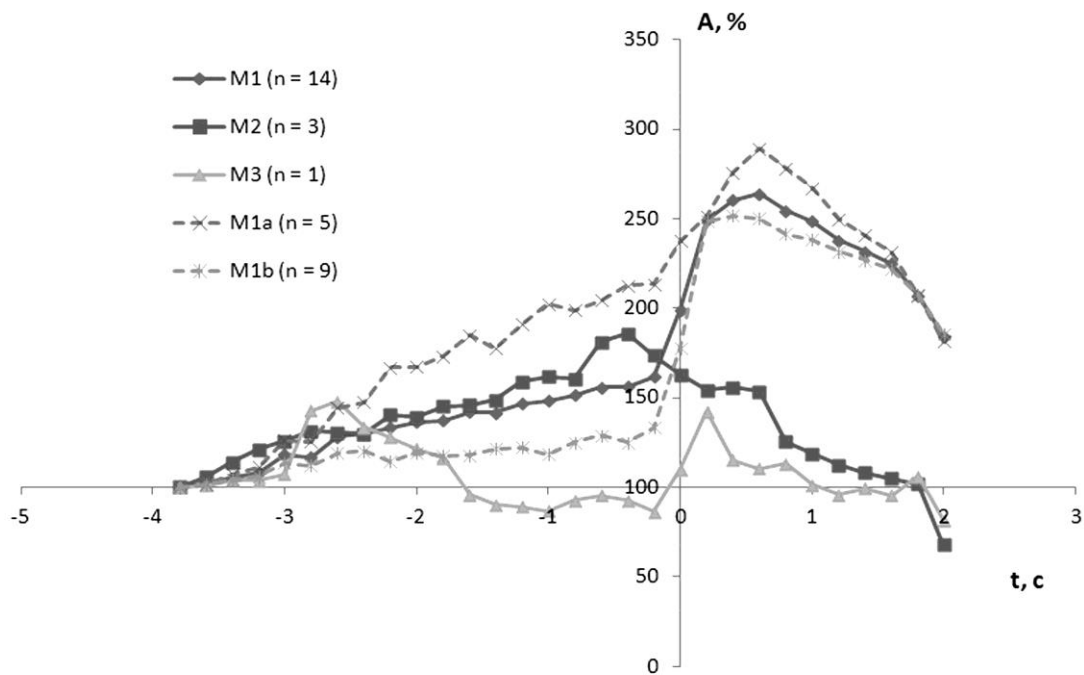


Рис. 3. Основні моделі часової динаміки середньої амплітуди ІЕМГ (А, %) *m. trapezius dext.* лучників під час стрільби на дистанції 75 м.

Подано середні значення для трьох основних моделей (M1, M2, M3) та двох підмоделей першої моделі (M1a, M1b)

Висновок. Факторний аналіз може бути використаний для пошуку модельних характеристик часової динаміки показників інтерференційної електроміограми лучників, оскільки дає змогу виокремити із загальної сукупності кривих групи, об'єднані спільними ознаками змін показників у часі.

Перспективи подальших досліджень. Запропонований підхід буде використаний для виокремлення модельних характеристик часової динаміки інших параметрів ІЕМГ лучників, а також для аналізу інших часових залежностей.

Список літератури

1. Боровков А. А. Математическая статистика : учебник. – 4-е изд., стер. / А. А. Боровков – СПб. : Лань, 2010. – 704 с.
2. Бююль А. SPSS. Искусство обработки информации / А. Бююль, П. Цёфель. – СПб. : ДиаСофтЮП, 2002. – 608 с.
3. Гланц С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц, пер. с англ. – М. : Практика, 1998. – 459 с.
4. Ивченко Г. И. Введение в математическую статистику : учебник / Г. И. Ивченко, Ю. И. Медведев. – М. : Издательство ЛКИ, 2010. – 600 с.
5. Крупкина Т. В. Математическая статистика [Электронный ресурс] : курс лекций / Т. В. Крупкина, А. К. Гречкосеев. – Электрон. дан. (3 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – (Математическая статистика : УМКД № 1455/405–2008 / рук. творч. коллектива Т. В. Крупкина). – 1 электрон. опт. диск (DVD).
6. Лакин Г. Ф. Биометрия : учеб. пособие для биол. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. / Г. Ф. Лакин. – М. : Высш. шк., 1990. – 384 с.
7. Лапач С. Н. Статистика в науке и бизнесе / С. Н. Лапач, А. В. Чубенко, П. Н. Бабич. – К. : МОРИОН, 2002. – 640 с.
8. Малков П. Ю. Количественный анализ биологических данных : учеб. пособие / П. Ю. Малков. – Горно-Алтайск : РИО ГАГУ, 2009. – 71 с.

9. *Николаев С. Г.* Атлас по электромиографии / С. Г. Николаев. – Иваново : ИПК ПресСто, 2010, – 468 с.

10. *Николаев С. Г.* Практикум по клинической электромиографии: издание второе, перераб. и доп. / С. Г. Николаев. – Иваново : Иван. гос. мед. академия, 2003. – 264 с.

11. *Реброва О. Ю.* Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О. Ю. Реброва. – М. : МедиаСфера, 2002. – 312 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПОИСКА МОДЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ФИЗИОЛОГИЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Любомир **ВОВКАНЫЧ**

*Львовский государственный университет
физической культуры, Львов, Украина*

Аннотация. Одним из актуальных современных заданий исследований временной динамики физиологических функций спортсменов является наработка объективных подходов, которые бы позволили сформировать из совокупности индивидуальных временных зависимостей отдельные модельные группы. Поэтому данная публикация посвящена анализу возможности использования с этой целью факторного анализа. На примере анализа показателей электрической активности мышц лучников обнаружена возможность применения предложенной методики для объединения индивидуальных кривых временных зависимостей биоэлектрической активности мышц в отдельные модельные группы. Для *m. trapezius dext.* показано наличие трех основных модельных групп временных изменений амплитуды электромиограммы.

Ключевые слова: факторный анализ, временная динамика, модель.

THE PERSPECTIVES OF FACTOR ANALYSIS IN THE DETERMINATION OF THE MODEL DESCRIPTIONS OF TIME DYNAMICS OF PHYSIOLOGY INDICES

Lyubomyr **VOVKANYCH**

*Lviv State University of Physical Culture,
Lviv, Ukraine*

Abstract. The actual nowadays tasks in the researches of time dynamics of physiology functions of sportsmen is search for the objective approaches which would allow to separate the model groups from the number of individual time dependences. Therefore in this paper the possibility of factor analysis application use to solve this task is analyzed. On the example of analysis of electric activity indices of archers' muscles the possibility of application of about mentioned method for the separation of individual curves of time dependences of muscles bioelectric activity into separate model groups is examined. For the *m. trapezius dext.* the presence of three basic model groups of time changes of amplitude of electromyogram is shown.

Keywords: factor analysis, time dynamics, model.

References

1. Borovkov A. A. Matematycheskaya statystyka [Mathematical Statistics]: uchebnyk. 4-e yzd., ster. – SPb. : Lan', 2010. – 704 s. (Rus.)
2. Byuyul' A., Tsëfel' P. SPSS. Ysskustvo obrabotky ynformatsy [Art of Information Processing]. – SPb. : DyaSoftYuP, 2002. – 608 s. (Rus.)
3. Hlants S. Medyko-byolohycheskaya statystyka [Medical and Biology Statistics]. – Per. s anhl. – M. : Praktyka, 1998. – 459 s. (Rus.)
4. Yvchenko H. Y., Medvedev Yu. Y. Vvedeyye v matematycheskuyu statystyku [Introduction in Mathematical Statistics]: uchebnyk. – M. : Yzdatel'stvo LKY, 2010. – 600 s. (Rus.)
5. Krupkyna T. V., Hrechkoseev A. K. Matematycheskaya statystyka [Mathematical Statistics] [Elektronnyy resurs] : kurs lektsyy. – Elektron. dan. (3 Mb). – Krasnoyarsk : YPK SFU, 2009. – (Matematycheskaya statystyka : UMKD № 1455/405–2008 / ruk. tvorch. kollektiva T. V. Krupkyna). – 1 elektron. opt. dysk (DVD). (Rus.)
6. Lakyn H. F. Byometryya [Biometry]: Ucheb. posobyе dlya byol. spets. vuzov. – 4-e yzd., pererab. y dop. – M. : Vyssh. shk., 1990. – 384 s. (Rus.)
7. Lapach S. N., Chubenko A. V., Babych P. N. Statystyka v nauke y byznese [Statistics in Science and Business]. – K. : MORYON, 2002. – 640 s. (Rus.)
8. Malkov P. Yu. Kolychestvennyy analiz byolohycheskykh dannykh [Quantitative Analysis of Biology Data]: Uchebnoe posobyе. – Horno-Altaysk: RYO HAHU, 2009. – 71 s. (Rus.)
9. Nykolaev S. H. Atlas po elektromyohrafyy [Atlas on Electromyography]. – Yvanovo : YPK PresSto, 2010, – 468 s. (Rus.)
10. Nykolaev S. H. Praktikum po klynycheskoy elektromyohrafyy [Practicum on Clinic Electromyography]: yzdanye vtoroе, pererab. y dop. – Yvanovo : Yvan. hos. med. akademyya, 2003. – 264 s. (Rus.)
11. Rebrova O. Yu. Statystycheskyy analiz medytsynskykh dannykh. [Statistics Analysis of Medical Data] Prymenenye paketa prykladnykh prohramm STATISTICA. – M. : MedyaSfera, 2002. – 312 s. (Rus.)

Стаття надійшла до редколегії 17.11.2014