

Контактная информация: mikheevserge@mail.ru

Статья поступила в редакцию 30.08.2012.

УДК 612.84.001.8

ТОЧНОСТЬ ОЦЕНКИ ВРЕМЕНИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА

*Валерий Витальевич Рожнецов, доктор технических наук, профессор,
Поволжский государственный технологический университет (ПГТУ),
Михаил Михайлович Полевщиков, кандидат педагогических наук, профессор,
Марийский государственный университет (МарГУ),
Йошкар-Ола*

Аннотация

Индивидуальная нагрузка при занятиях физической культурой и спортом должна соответствовать текущему функциональному состоянию человека. Состояние его отдельных систем и организма в целом исследуется исходя из признания ведущей роли центральной нервной системы, которая выполняет связующую функцию между организмом и внешней средой и обеспечивает взаимодействие систем в организме. Поэтому при оценке изменения состояния организма человека предпочтительно в первую очередь исследовать изменения, происходящие в центральной нервной системе. Информативным способом определения состояния центральной нервной системы является оценка параметров анализаторных (сенсорных) систем, в том числе зрительного анализатора. Предложен способ повышения точности оценки времени восстановления зрительного анализатора. Время восстановления оценивается по измеренным значениям, полученным в квазистационарном режиме после окончания переходного процесса.

Ключевые слова: зрительный анализатор, время восстановления, оценка, точность.

DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2012.08.90.p67-72

ACCURACY OF EVALUATION OF THE VISUAL ANALYZER RECOVERY TIME

*Valery Vitalyevich Rozhentsov, the doctor of technical sciences, professor,
Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola,
Mikhail Mikhaylovich Polevshchikov, the candidate of pedagogical sciences, professor,
Mari State University, Yoshkar-Ola*

Annotation

Individual loading at occupations by physical culture and sport should correspond to the current functional state of the person. The condition of his separate systems and organism as a whole is investigated proceeding from recognition of the leading role of the central nervous system, which carries out the connecting function between an organism and environment and provides interaction of systems in an organism. Therefore, at assessment of change of the human body condition it is preferable to investigate firstly the changes, occurring in the central nervous system. Informative way for definition of the condition of the central nervous system is the assessment of the parameters of analyzer (sensor) systems, including the visual analyzer. The way of increase of accuracy of assessment of time of the visual analyzer restoration has been offered. Time of restoration is estimated by the measured values, received in quasi-stationary mode after termination of the transitional.

Keywords: visual analyzer, recovery time, assessment, accuracy.

ВВЕДЕНИЕ

Индивидуальная нагрузка при занятиях физической культурой и спортом должна соответствовать текущему функциональному состоянию человека. Состояние его отдельных систем и организма в целом исследуется исходя из признания ведущей роли центральной нервной системы, которая выполняет связующую функцию между организ-

мом и внешней средой и обеспечивает взаимодействие систем в организме [2]. Поэтому при оценке изменения состояния организма человека предпочтительно в первую очередь исследовать изменения, происходящие в центральной нервной системе.

Информативным способом определения состояния центральной нервной системы является оценка параметров анализаторных (сенсорных) систем, в том числе зрительного анализатора. Его работоспособность характеризуется многочисленными параметрами, одним из которых является ее инерционность, обусловленная наличием времени ощущения и времени восстановления. Вопросы определения времени ощущения и времени восстановления и исследования характера стабилизации измеряемых значений времени восстановления рассмотрены авторами в работе [6].

Условием точности оценки времени восстановления зрительного анализатора человека является получение его значений с малой вариабельностью. Однако в результате адаптации испытуемого к экспериментальным условиям, наличием «этапа вработывания» [7] и влияния «закона научения», согласно которому процесс формирования навыка развивается по экспоненте [10], присутствует переходной процесс. По окончании переходного процесса наступает квазистационарный режим, в котором наблюдается вариабельность измеренных значений времени восстановления зрительного анализатора человека, обусловленная стохастичностью центральной нервной системы, как сложного биологического объекта.

По мнению Н.М. Пейсахова и соавт., стабилизация значений происходит после двух-трех измерений [3]. Однако переходной процесс сугубо индивидуален, поэтому необходимое число измерений времени восстановления зрительного анализатора человека до стабилизации его значений для разных испытуемых различно.

Целью работы является разработка способа повышения точности оценки времени восстановления зрительного анализатора.

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОЦЕНКИ ВРЕМЕНИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА

При измерении времени восстановления последовательность парных световых импульсов предъявляли с использованием светодиода желтого цвета диаметром 5 мм с силой света 3 мкд, размещаемого в районе ближней точки ясного видения. Формирование предъявляемых световых импульсов и измерение времени восстановления выполнялось с использованием ПК, пороговый межимпульсный интервал определяли методом последовательного приближения по методике, изложенной ранее [5].

Измеренное значение времени восстановления отмечали на плоскости в координатах «время восстановления – номер измерения» и строили график зависимости значений времени восстановления зрительного анализатора человека $t_{\text{вв}}$ как функции $t_{\text{вв}}=f(N_i)$, где N_i – номер i -ого измерения, $i=1, 2, \dots, k$, k – число измерений до получения квазистационарного режима, когда переходной процесс закончен.

В квазистационарном режиме выполняли заданное количество измерений, после чего вычисляли оценку времени восстановления зрительного анализатора человека как

среднеарифметическое значение по формуле:
$$t_{\text{вв}} = \frac{1}{n} \sum_{j=k}^{k+(n-1)} t_{\text{вв}j} \quad (1),$$

где $t_{\text{вв}j}$ – значение времени восстановления зрительного анализатора человека в квазистационарном режиме в j -м измерении, мс; $j=k, k+1, \dots, k+(n-1)$; k – номер измерения, соответствующий окончанию переходного процесса (началу квазистационарного режима); n – число измерений времени восстановления зрительного анализатора человека в квазистационарном режиме [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В обследовании приняло участие 10 предварительно обученных испытуемых в возрасте от 18 до 22 лет с нормальным или скорректированным зрением. Измерения выполнялись бинокулярно в помещении, оборудованном в соответствии с требованиями СНиП 23–05–95 [8] в первой половине дня с 9 до 12 часов.

В результате измерений для одного из испытуемых получены следующие значения времени восстановления зрительного анализатора в мс: 50,0; 49,0; 48,7; 47,8; 47,5; 48,3; 47,4; 48,3; 47,8; 48,3; 47,4; 48,3; 47,6, которые представлены в виде графика на рис. 1.

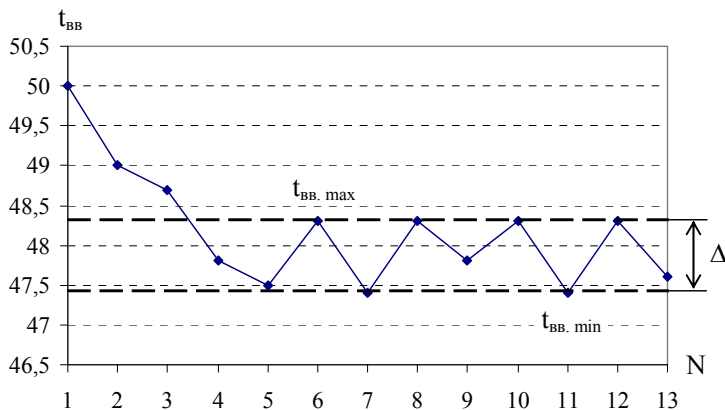


Рис. 1. График значений времени восстановления первого испытуемого. По горизонтальной оси – номер измерения, по вертикальной оси – значение времени восстановления, мс. Обозначения величин в тексте.

По графику определили номер измерения 4, соответствующий окончанию переходного процесса. Оценка времени восстановления зрительного анализатора испытуемого в квазистационарном режиме, вычисленная как среднеарифметическое значение по формуле (1), равна 47,9 мс. В соответствии с ГОСТ Р 50779.21–2004 [1] среднеквадратическое отклонение измеренных значений времени восстановления зрительного анализатора испытуемого в квазистационарном режиме равно 0,395 Гц.

При исключении из статистического анализа первых трех измерений среднеарифметическое значение и среднеквадратическое отклонение времени восстановления зрительного анализатора испытуемого совпадают с значениями, вычисленными для квазистационарного режима.

Для другого испытуемого получены следующие значения времени восстановления в мс: 55,9; 55,6; 54,4; 54,0; 53,1; 51,9; 51,5; 50,8; 51,4; 51,6; 51,0; 50,8; 51,5; 51,0; 50,8; 51,5, которые представлены в виде графика на рис. 2.

По графику определили номер измерения 7, соответствующий окончанию переходного процесса. Оценка времени восстановления зрительного анализатора испытуемого в квазистационарном режиме, вычисленная как среднеарифметическое значение по формуле (1), равна 51,2 мс. В соответствии с ГОСТ Р 50779.21–2004 [1] среднеквадратическое отклонение измеренных значений времени восстановления зрительного анализатора испытуемого в квазистационарном режиме равно 0,350 мс.

При условии обработки первых 13 измерений и исключении из статистического анализа первых трех измерений, как рекомендуется в [3], среднеарифметическое значение времени восстановления зрительного анализатора испытуемого равно 51,8 мс, среднеквадратическое отклонение – 1,027 мс.

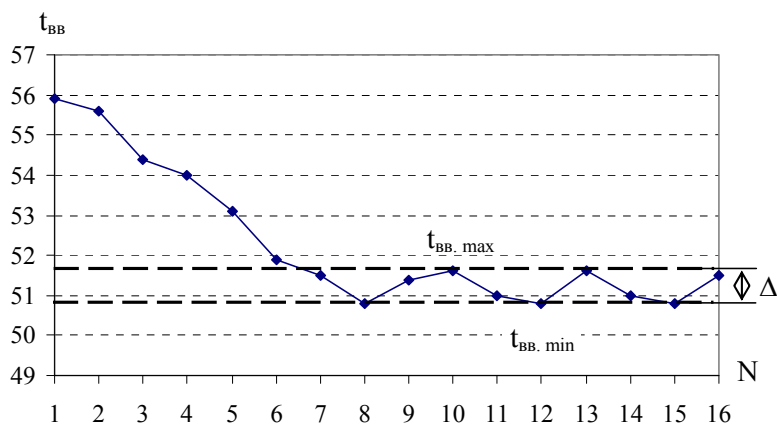


Рис. 2. График значений времени восстановления второго испытуемого. По горизонтальной оси – номер измерения, по вертикальной оси – значение времени восстановления, мс. Обозначения величин в тексте.

Уменьшение случайной составляющей погрешности измерений (среднеквадратическое отклонение) при вычислении времени восстановления зрительного анализатора испытуемого по предложенному способу по сравнению с вычислениями, когда обрабатываются первые 13 измерений и из статистического анализа исключены первые три измерения, составило 65,9%.

Уменьшение случайной составляющей погрешности измерений по обследованной группе получено у 7 испытуемых, которое составило от 45,7 до 88,4%.

Время переходного процесса определяется временем, после которого имеет место неравенство [9]: $|t_{\text{вв } i} - t_{\text{вв } 0}| \leq \Delta / 2$, где $t_{\text{вв } i}$ – значение времени восстановления зрительного анализатора человека в i -ом измерении, $i = 1, 2, \dots, k$, k – число измерений во время переходного процесса; $t_{\text{вв } 0}$ – среднее значение времени восстановления зрительного анализатора человека в квазистационарном режиме; $\Delta = |t_{\text{вв } \text{max}} - t_{\text{вв } \text{min}}|$ – вариационный размах значений времени восстановления зрительного анализатора человека в квазистационарном режиме; $t_{\text{вв } \text{max}}$ – максимальное значение времени восстановления зрительного анализатора человека в квазистационарном режиме; $t_{\text{вв } \text{min}}$ – минимальное значение времени восстановления зрительного анализатора человека в квазистационарном режиме.

ВЫВОДЫ

1. Предложен способ повышения точности оценки времени восстановления зрительного анализатора.
2. Уменьшение случайной составляющей погрешности измерений по обследованной группе из 10 испытуемых получено у 7, которое составило от 45,7 до 88,4%.
3. Предложенный способ позволяет совершенствовать учебно-тренировочный процесс при занятиях физической культурой и спортом путем использования нагрузки, адекватной функциональному состоянию занимающихся.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 50779.21–2004. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Ч. 1 : Нормальное распределение. – М. : Изд-во стандартов, 2004. – 43 с.
2. Маслов, Н.Б. Нейрофизиологическая картина генеза утомления, хронического утомления и переутомления человека-оператора / Н.Б. Маслов, И.А. Блощинский,

В.Н. Максименко // Физиология человека. – 2003. – Т. 29. – № 5. – С. 123-133.

3. Методы и портативная аппаратура для исследования индивидуально-психологических различий человека / Н.М. Пейсахов, А.П. Кашин, Г.Г. Баранов, Р.Г. Вагапов ; под ред. В.М. Шадрина. – Казань : Изд-во Казанск. ун-та, 1976. – 238 с.

4. Патент 2454168 РФ, МПК А61В 3/02. Способ увеличения точности определения инерционности зрительной системы человека / Роженцов В.В., Полевщиков М.М. – № 2011111420/14 ; заявл. 25.03.2011 ; опубл. 27.06.2012, Бюлл. № 18. – 13 с.

5. Полевщиков, М.М. Задание индивидуальной нагрузки для развития выносливости на основе использования психофизиологических параметров / М.М. Полевщиков, В.В. Роженцов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2008. – № 7 (41). – С. 80-84.

6. Полевщиков, М.М. Обучение измерению времени восстановления зрительного анализатора / М.М. Полевщиков, В.В. Роженцов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2011. – № 2 (72). – С. 157-161.

7. Приборы и комплексы для психофизиологических исследований. Исследования, разработка, применение / под ред. В.А. Викторова, Е.В. Матвеева. – М. : ЗАО "ВНИИМП-ВИТА", 2002. – 228 с.

8. СНиП 23–05–95. Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы и правила Российской Федерации. – М. : Изд-во стандартов, 1995. – 30 с.

9. Солодовников, В.В. Основы теории и элементы систем автоматического регулирования / В.В. Солодовников, В.Н. Плотников, А.В. Яковлев. – М. : Машиностроение, 1985. – 535 с.

10. Ткачук, В. Г. Вариативность физиологических показателей в механизме адаптации биосистем / В. Г. Ткачук, Б. Петрович // VII Междунар. науч. конгресс «Современный олимпийский спорт и спорт для всех» : материалы конф. Т. 2. – М. : СпортАкадемПресс, 2003. – С. 182-183.

REFERENCES

1. GOST P 50779.21-2004 (2004), *Ruled definitions and methods of calculation of statistical characteristics according to selective data*, Vol. 1: Normal distribution, publishing house of standards, Moscow, Russian Federation.

2. Maslov, NB., Bloschinsky, I.A. and Maximenko, V.N. (2003), “Neurophysiological picture genes exhaustions, chronic exhaustion and over fatigue of the person operator”, *Human physiology*, Vol. 29, No. 5, pp. 123-133.

3. Peysakhov, N M., Kashin, A.P., Baranov, G.G. and Vagapov R. G. (1976), *Methods and portable equipment for research of individual and psychological distinctions of the person*, Publishing house Kazan University, Kazan, Russian Federation.

4. Rozhentsov, V.V. and Polevshchikov, M.M. (2011), Patent 2454168 Russian Federation, МПК А61В 3/02, “A way of increase in accuracy of definition of a lag effect of visual system Person”, No. 2011111420/14, *Bulletin No. 18*.

5. Polevshchikov, M.M. and Rozhentsov V.V. (2008), “Individual job load endurance development based on Psychophysiological parameters”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 41, No. 7, pp. 80-84.

6. Polevshchikov, M.M. and Rozhentsov V.V. (2011), “Training measuring recovery times of the Visual Analyzer”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 72, No. 2, pp. 157-161.

7. Ed. Viktorov, V.A. and Matveev E.V.(2002), *Devices and complexes for psychophysiological researches. Researches, development, application*, publishing house JSC VNIIMP-VIT, Moscow, Russian Federation.

8. Construction Norms and Regulations 23–05–95. Natural and artificial lighting. Construction norms and rules of the Russian Federation (1995), publishing house of Standards,

Moscow, Russian Federation.

9. Solodovnikov, V.V. Plotnikov, V.N. and, Yakovlev, A.V. (1985), *The basic theory and elements of automatic control systems*, Mechanical engineering, Moscow, Russian Federation.

10. Tkachuk, V.G. and Petrovitch, B. "Variation in physiological mechanism adaptation Biosystems", *Conference "Modern Olympic sports and sports for all"*, Moscow, pp. 182-183.

Контактная информация: mmpol@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 15.08.2012.

УДК628:658.382

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ СЕВЕРА

Геннадий Викторович Руденко, кандидат педагогических наук, доцент, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

Аннотация

Постоянно усложняющиеся условия отработки месторождений Севера свидетельствуют о необходимости разработки эффективных мероприятий по повышению эколого-технической безопасности работников горнодобывающих предприятий. Ключевым моментом при разработке мероприятий является комплексная оценка и мониторинг состояния здоровья человека в конкретных условиях окружающей среды. При оценке эффективности мероприятий по улучшению условий жизни и охране здоровья трудящихся исследователь сталкивается с ситуацией, когда существует бесчисленное количество факторов, причем значения их не всегда известны. В то же время реальный интерес представляют только несколько определяющих факторов, на которые можно повлиять при осуществлении мероприятия. Преимуществом использования предлагаемой модели является то, что для вычисления изменения психофизиологического потенциала (эффекта) при улучшении какого-либо параметра окружающей среды не нужно задавать значения всех факторов.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, психофизиологический потенциал, мониторинг состояния здоровья.

DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2012.08.90.p72-76

TECHNIQUE OF THE ASSESSMENT OF ECOLOGY-TECHNICAL SAFETY OF EMPLOYEES OF THE MINING ENTERPRISES OF THE NORTH

Gennady Viktorovich Rudenko, the candidate of pedagogical sciences, senior lecturer, National Mineral Resources University, St.-Petersburg

Annotation

Constantly complicating the conditions of working off the fields of the North testify to need of development of effective actions for increase of ecology-technical safety of employees of the mining enterprises. The key moment at developing the actions is a complex assessment and monitoring of a state of health of the person in specific conditions of environment. At assessment of efficiency of actions for improvement of living conditions and health protection of workers, the researcher faces with situation when there is an uncountable quantity of factors, and their values are not always known. At the same time the real interest is represented only by a few defining factors on which it is possible to affect during the actions implementation. Advantage of the offered model application is that for calculation of change of psychophysiological potential (effect) at improvement of any parameter of environment it is not necessary to set values of all factors.

Keywords: health and safety, psychophysiological potential, monitoring of state of health.

Постоянно усложняющиеся условия отработки месторождений Севера свидетельствуют о необходимости разработки эффективных мероприятий по повышению эколого-технической безопасности работников горнодобывающих предприятий. Ключевым мо-