

## ПОДПОРОГОВОЕ ЗРИТЕЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ И РЕАБИЛИТАЦИЯ СЛАБОВИДЯЩИХ

Ю.Г. БУРЫКИН, И.В. БУРОВ, И.А. БАЙТУЕВ

<sup>1</sup>НИИЦ «Курчатовский институт» Сургутский филиал ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук», Сургут, ул. Энергетиков, 4, Сургут, Россия, 628400

<sup>2</sup>БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400

**Аннотация.** Продолжается дискуссия об эффектах действия слабых электромагнитных полей (в частности света) на человека. В работе дана классификация подходов и изучений таких эффектов. Представлены результаты собственных исследований. Даны новые методики для таких исследований и обсуждаются их недостатки и преимущества. Особое значение имеет дискуссия с общепринятыми подходами в современной электрофизиологии и физиологии в целом.

**Ключевые слова:** зрительный анализатор, тифлопсихология, световой стимул.

## SUBTHRESHOLD VISUAL PERCEPTION AND REHABILITATION OF THE HAVING POOR VISION

Y.G. BURYKIN<sup>1</sup>, I.V. BUROV<sup>2</sup>, I.A. BAITUEV<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kurchatov Institute NRC “Federal Research Center Scientific Research Institute for System Research of the Russian Academy of Sciences”, Separate Subdivision of the Federal Scientific Center NIISI RAS in Surgut, 4, Energetikov Street, Surgut, Russia, 628426

<sup>2</sup>Surgut State University, Lenin Ave., 1, Surgut, Russia, 628408

**Abstract.** In Surgut and the Surgut area there is a necessity of the organization of the specialized help to invalids on sight of all age categories. In scientific research institute of biophysics and medical cybernetics the technique of partial rehabilitation visually impaired, based on identification of the unconditional-reflex muscular reactions arising at perception of weak light stimulus is developed.

**Key words:** visual analyzer, typhlopsychology, light stimulus.

**Введение.** В настоящее время в Сургуте и Сургутском районе существует необходимость организации специализированной помощи инвалидам по зрению всех возрастных категорий. Одной из проблем организации такой помощи является отсутствие тифлоспециалистов. Так, дети дошкольного и школьного возраста не имеют возможности получать квалифицированную психолого-педагогическую помощь в связи с отсутствием специальных образовательных учреждений.

Часть детей школьного возраста находится на домашнем обучении, но полноценная их реабилитация при этом не осуществляется. Не разработана система

ранней помощи детям с нарушениями зрения. Отсутствуют также консультативные пункты, на базе которых могла бы быть оказана помощь не только детям, но и родителям, семьям, воспитывающим ребенка – инвалида по зрению. Инвалиды-взрослые не всегда могут решить вопросы получения образования и трудоустройства.

В общей системе реабилитации одно из ведущих мест занимает профессиональная реабилитация инвалидов, являющаяся решающим условием для их интеграции в общество. Реабилитация инвалидов представляет собой процесс и систему медицинских, психологических, педагогических, социально-экономических

мероприятий, направленных на устранение или возможно более полную компенсацию ограничений жизнедеятельности, вызванных нарушением здоровья со стойким расстройством функций организма [1-3].

**1. Общие проблемы тифлопсихологии.** Необходимо отметить, что если в старой тифлопсихологии предметом изучения являлась психика тотально слепых, то в последние десятилетия центр тяжести исследований перемещается на частично-зрячих и слабовидящих. Это вызвано сокращением контингента абсолютно слепых и относительным увеличением числа частично-зрячих и слабовидящих благодаря успехам медицины, в частности офтальмологии, и социальным преобразованиям [4].

Объектом современной тифлопсихологии являются лица с нарушениями зрительных функций в диапазоне остроты зрения от 0 (тотальная или абсолютная слепота) до 0,2 включительно на лучше видящем глазу (верхняя граница слабовидения), а также лица с резко суженным полем зрения (до 10°) [3-4]. Задачей тифлопедагогики является рациональное использование и развитие в процессе обучения остаточного зрения, создание условий его охраны, предупреждение и преодоление вторичных отклонений в психическом и физическом развитии.

Результаты исследований, полученные в Институте мозга человека РАН, показали, что человек способен воспринимать слабое световое излучение через закрытые веки [4]. Однако механизм такого восприятия остался до конца не раскрытым.

Наши исследования [1-3, 5-8, 19], проведенные в лаборатории биокibernетики и биофизики сложных систем НИИ биофизики и медицинской кибернетики при СурГУ, показали, что возможности зрительного восприятия человека несколько шире, нежели это представлялось ранее. В частности, было установлено, что слабые световые стимулы, вызывают у человека непроизвольные сократительные реакции мышц верхних

конечностей. Анализ этих реакций позволяет идентифицировать зрительные стимулы, которые их вызывают.

Изучение субпорогового зрительного восприятия производилось как на добровольцах, не имеющих патологии со стороны органов зрения, так и на инвалидах по зрению. Проходя через закрытые веки, световой поток, отраженный от объекта восприятия, ослаблялся, и получение необходимой информации о структурных и пространственных характеристиках объекта становилось возможным лишь по тем двигательным реакциям, которые возникали в мышцах верхних конечностей [15-23].

Было установлено, что получение информации о цвете основано на анализе информации о пространственном расположении фаланг пальцев, поступающей от проприорецепторов. При восприятии цветов спектра видимого диапазона оптического излучения возникали паттерны реакций мышц верхних конечностей, соответствующие данному стимулу. Эти реакции возникали независимо от наличия знаний о них и у разных испытуемых строго определенным образом, что позволило говорить о безусловно-рефлекторной природе этих зрительно-моторных реакций. Бимануальное исследование позволяло изучать пространственные характеристики объектов (определять размеры, форму, взаимное расположение предметов в пространстве).

**2. Специфика тренировок.** Принцип тренировки заключается в активном использовании кинестетической модальности восприятия. С целью формирования навыка определения пространственного расположения кистевых фаланг необходимо сосредоточение внимания на возникающих психомоторных реакциях. Для развития ощущения мелкой моторики рекомендуется выполнять идеомоторную тренировку, создавая двигательные образы, варьируя при этом консистенцией и формой создаваемых в воображении предметов между ладонными поверхностями.

Следующим этапом обучения является формирование условно-рефлекторных связей между реакцией, возникающей непроизвольно и названным тифлопедагогом цветом или формой объекта. На заключительном этапе производится закрепление навыка идентификации объектов путем многократного их предъявления в случайном порядке и идентификацией до получения стойких результатов.

Следует отметить, что данная методика имеет определенный диапазон возможного применения и может быть использована в частичной реабилитации слабовидящих, как тренинг восприятия, дополняющий существующие реабилитационные мероприятия. Нами было показано, что не все категории инвалидов по зрению могут успешно применять на практике данный метод.

Для возникновения мышечных реакций необходимо, чтобы с периферического отдела зрительного анализатора в мозг поступал афферентный поток нервных импульсов, имеющий определенную интенсивность. Это возможно лишь в том случае, если имеет место хотя бы частичная сохранность функций сетчатки, зрительного нерва и достаточная прозрачность оптических сред глаз.

**Обсуждение.** По мнению Б.М. Владимирского, сенсорные стимулы разных модальностей кодируются универсальным языком импульсной активности, причем первичные инварианты, выделяемые в проекционных областях отдельных анализаторов, сопоставляются на более высоких иерархических уровнях мозга, где из них извлекаются новые обобщенные варианты, что и обеспечивает формирование образа стимула [10-18].

Из рефлекторной теории И.М. Сеченова и И.П. Павлова следует, что анализатор работает по принципу рефлекса. Особенно наглядно это проявляется в осязании, в котором образ явно формируется на основе рефлекторной деятельности осязательного анализатора. В осязательном анализаторе рука является рецептором и эффектором, работа которого осуществляет не только

собственно трудовое, практическое, но и познавательное действие в процессе ощупывания объекта. Нельзя поэтому заканчивать анализ процесса формирования образа корковой нейродинамикой возбуждения и торможения. Как и всякий рефлекторный процесс, он должен иметь свое эффекторное звено, снова выходящее на периферию к раздражителю [1-4].

Проведенные исследования показывают, что некоторые испытуемые после специального тренинга, ориентируясь на ощущения, возникающие при движении пальцев, могли через закрытые веки читать обычный книжный текст с небольшой скоростью при естественном освещении. Зрительный анализатор обладает необыкновенно высокой чувствительностью. Из физиологии анализаторов известно, что при темновой адаптации чувствительность сетчатки человека увеличивается в 16 миллиардов раз [15-23].

Такого эффекта можно добиться при помещении человека в абсолютную темноту (например, путем плотного закрывания глаз непрозрачными для света материалами) на один час. Зрительные рецепторы являются наиболее совершенными детекторами света. Для возникновения светового ощущения необходимо всего лишь несколько квантов, и если бы можно было создать идеальные условия для восприятия (абсолютно прозрачный воздух и др.), то человек мог бы видеть горящую свечу на расстоянии около 27 километров [1-4].

**Выводы.** Вопрос о диапазоне применения данного метода в реабилитации инвалидов по зрению остается открытым и требует дальнейшего изучения. Это требует совершенствования методик

Результаты, полученные на добровольцах, не имеющих патологии со стороны органов зрения, могут лишь косвенно указывать на возможности использования подпорогового зрительного восприятия инвалидами по зрению, а единичные результаты, полученные на лицах с патологией сетчатки, не позволяют

распространить их на все категории инвалидов.

### Литература

1. Бурыкин Ю.Г., Никулина М.В. О механизмах восприятия неспецифических субпороговых стимулов электромагнитной природы // Актуальные вопросы медицинского обеспечения войск, подготовки и усовершенствования военно-медицинских кадров. Выпуск X: Материалы научно-практических конференций 2006-2007 гг. – Томск: издание ТВМедИ, 2007. – С. 44-46.
2. Бурыкин Ю.Г., Бурыкина А.С., Соколова А.А. О механизмах электрочувствительности человека // Наука и инновации XXI века: Материалы VIII окружной конференции молодых ученых: в 2-х Т. – Сургут: Изд-во СурГУ, 2008. – Т. 1. – С. 93-94.
3. Веккер Л.М. О некоторых вопросах теории осязательного образа // Материалы совещания по психологии: 1-6 июля 1955 года. – М.: АПН, 1957. – С. 199-205
4. Глазачев О.С., Классина С.Я. Корреляты восприятия человеком локальных ритмических тепловых воздействий различной интенсивности // Физиология человека. – 2004. – Т. 30. – № 6. – С. 36-43.
5. Пятин В. Ф., Еськов В.В. Может ли быть статичным гомеостаз?// Успехи кибернетики. – Успехи кибернетики. – 2021.– Т. 2, №1. – С. 41-49.
6. Eskov V.V. Modeling of biosystems from the stand point of “complexity” by W. Weaver and “fuzziness” by L.A. Zadeh // Journal of Physics Conference Series. 2021. Vol. 1889(5). P. 052020 DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052020
7. Filatova O.E., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Filatov M.A. Neural network technologies in system synthesis // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2021. Vol. 1047. P. 012099 DOI: 10.1088/1757-899X/1047/1/012099
8. Grigorenko V.V., Nazina N.B., Filatov M.A., Chempalova L.S., Tretyakov S.A. New information technologies in the estimation of the third type systems // Journal of Physics: Conference Series. 2021. Vol. 1889. P. 032003 DOI:10.1088/1742-6596/1889/3/032003
9. Khadartsev A.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatov M.A. The Use of Tremorography for the assessment of motor functions // Biomedical engineering. 2021. Vol. 54(6). Pp. 388-392. DOI:10.1007/s10527-021-10046-6
10. Kozlova V.V., Galkin V.A., Filatov M.A. Diagnostics of brain neural network states from the perspective of chaos // Journal of Physics Conference Series. 2021. Vol. 1889(5). P. 052016 DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052016
11. Gazyu G.V., Eskov V.M. Uncertainty of the first type in industrial ecology // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 839(2021) 042072 doi:10.1088/1755-1315/839/4/042072
12. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Шакирова Л.С., Мельникова Е.Г. Роль хаоса в регуляции физиологических функций организма / Под ред. А.А. Хадарцева. Самара: ООО «Порто-принт», 2020. – 248 с.
13. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О. Е. Конец определенности: хаос гомеостатических систем / Под ред. Хадарцева А.А., Розенберга Г.С. Тула: изд-во Тульское производственное полиграфическое объединение, 2017. – 596 с.
14. Еськов В.М., Шакирова Л.С., Кухарева А. Математические аспекты реальности гипотезы W.Weaver в биомедицине // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – №1. – С.75-88. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-72-80
15. Газя Г.В., Филатов М.А., Шакирова Л.С. Математические доказательства гипотезы Н.А. Бернштейна о «повторении без повторений» // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – №1. – С.89-100. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-81-89
16. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Галкин В.А., Филатова О.Е. Великие проблемы

Гинзбурга и биомедицинские науки. // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28. – № 2. – С.115-120.

17. Шакирова Л.С., Кухарева А.Ю., Еськов В.М. Неопределенность первого типа параметров сердечно – сосудистой системы девочек Югры // Вестник новых медицинских технологий. – 2023. – Т. 30. – № 2. – С.111-114. DOI: 10.24412/1609-2163-2023-2-111-114
18. Коннов П.Е., Топазова О.В., Трофимов В.Н., Еськов В.В., Самойленко И.С. Нейросети в идентификации главных клинических признаков при актиническом дерматите // Вестник новых медицинских технологий. – 2023. – Т. 30. – № 2. – С.115-118. DOI: 10.24412/1609-2163-2023-2-115-118
19. Хадарцева К. А., Филатова О. Е. Новое понимание стационарных режимов биологических систем. // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(3).– Стр. 92-101. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-10.
20. Хадарцева К. А., Филатова О. Е. Новое понимание стационарных режимов биологических систем. // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(3).– Стр. 92-101. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-10.
21. Газя Г.В., Газя Н.Ф., Еськов В.М. Проблема выбора инвариант в биокибернетике с позиции статистики // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(4).– Стр. 102-109. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-4-12
22. Еськов В.В., Газя Г.В., Коннов П.Е. Фундаментальные проблемы биокибернетики из-за неустойчивости выборки биосистем // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(4).– Стр. 110-122. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-4-13
23. Кухарева А.Ю., Еськов В.В., Газя Н.Ф. Гипотеза Эверетта и квантовая теория сознания // Успехи кибернетики. –

2023. – 4(1). – Стр. 65-71. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-1-09

## References

1. Burykin YU.G., Nikulina M.V. O mekhanizmah vospriyatiya nespecificicheskikh subporogovykh stimulov elektromagnitnoj prirody // Aktual'nye voprosy medicinskogo obespecheniya vojsk, podgotovki i usovershenstvovaniya voenno-medicinskih kadrov. Vypusk X: Materialy nauchno-prakticheskikh konferencij 2006-2007 gg. – Tomsk: izdanie TVMedI, 2007. – S. 44-46.
2. Burykin YU.G., Burykina A.S., Sokolova A.A. O mekhanizmah elektrochuvstvitel'nosti cheloveka // Nauka i innovacii XXI veka: Materialy VIII okruzhnoj konferencii molodyh uchenyh: v 2-h T. – Surgut: Izd-vo SurGU, 2008. – Т. 1. – S. 93-94.
3. Vekker L.M. O nekotoryh voprosah teorii osyazatel'nogo obraza // Materialy soveshchaniya po psihologii: 1-6 iyulya 1955 goda. – M.: APN, 1957. – S. 199-205
4. Glazachev O.S., Klassina S.YA. Korrelyaty vospriyatiya chelovekom lokal'nyh ritmicheskikh teplovyh vozdeystvij razlichnoj intensivnosti // Fiziologiya cheloveka. – 2004. – Т. 30. – № 6. – S. 36-43.
5. Pyatin V. F., Eskov V.V. Mozhet li byt' statichnym gomeostaz?// Uspekhi kibernetiki. – Uspekhi kibernetiki. – 2021.– Т. 2, №1. – S. 41-49.
6. Eskov V.V. Modeling of biosystems from the stand point of “complexity” by W. Weaver and “fuzziness” by L.A. Zadeh // Journal of Physics Conference Series. 2021. Vol. 1889(5). P. 052020 DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052020
7. Filatova O.E., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Filatov M.A. Neural network technologies in system synthesis // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2021. Vol. 1047. P. 012099 DOI: 10.1088/1757-899X/1047/1/012099
8. Grigorenko V.V., Nazina N.B., Filatov M.A., Chempalova L.S., Tretyakov S.A. New information technologies in the estimation of the third type systems //

- Journal of Physics: Conference Series. 2021. Vol. 1889. P. 032003 DOI:10.1088/1742-6596/1889/3/032003
9. Khadartsev A.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatov M.A. The Use of Tremorography for the assessment of motor functions // Biomedical engineering. 2021. Vol. 54(6). Pp. 388-392. DOI:10.1007/s10527-021-10046-6
  10. Kozlova V.V., Galkin V.A., Filatov M.A. Diagnostics of brain neural network states from the perspective of chaos // Journal of Physics Conference Series. 2021. Vol. 1889(5). P. 052016 DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052016
  11. Gazya G.V., Eskov V.M. Uncertainty of the first type in industrial ecology // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 839(2021) 042072 doi:10.1088/1755-1315/839/4/042072
  12. Eskov V.V., Pyatin V.F., SHakirova L.S., Mel'nikova E.G. Rol' haosa v regulyacii fiziologicheskikh funkciy organizma / Pod red. A.A. Hadarceva. Samara: OOO «Porto-print», 2020. – 248 s.
  13. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Konec opredelennosti: haos gomeostaticeskikh sistem / Pod red. Hadarceva A.A., Rozenberga G.S. Tula: izd-vo Tul'skoe proizvodstvennoe poligraficheskoe ob"edinenie, 2017. – 596 s.
  14. Eskov V.M., SHakirova L.S., Kuhareva A. Matematicheskie aspekty real'nosti gipotezy W.Weaver v biomedicine // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – №1. – S.75-88. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-72-80
  15. Gazya G.V., Filatov M.A., SHakirova L.S. Matematicheskie dokazatel'stva gipotezy N.A. Bernshtejna o «povtoreniy bez povtoreniy» // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – №1. – S.89-100. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-81-89
  16. Eskov V.M., Hadarcev A.A., Galkin V.A., Filatova O.E. Velikie problemy Ginzburga i biomedicinskie nauki. // Vestnik novykh medicinskih tekhnologij. – 2021. – T. 28. – № 2. – S.115-120.
  17. SHakirova L.S., Kuhareva A.YU., Eskov V.M. Neopredelennost' pervogo tipa parametrov serdechno – sosudistoj sistemy devochek YUgry // Vestnik novykh medicinskih tekhnologij. – 2023. – T. 30. – № 2. – S.111-114. DOI: 10.24412/1609-2163-2023-2-111-114
  18. Konnov P.E., Topazova O.V., Trofimov V.N., Eskov V.V., Samojlenko I.S. Nejroseti v identifikacii glavnykh klinicheskikh priznakov pri aktinicheskom dermatite // Vestnik novykh medicinskih tekhnologij. – 2023. – T. 30. – № 2. – S.115-118. DOI: 10.24412/1609-2163-2023-2-115-118
  19. Hadarceva K. A., Filatova O. E. Novoe ponimanie stacionarnykh rezhimov biologicheskikh sistem. // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(3).– Str. 92-101. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-10.
  20. Hadarceva K. A., Filatova O. E. Novoe ponimanie stacionarnykh rezhimov biologicheskikh sistem. // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(3).– Str. 92-101. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-10.
  21. Gazya G.V., Gazya N.F., Eskov V.M. Problema vybora invariant v biokibernetike s pozicii statistiki // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(4).– Str. 102-109. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-4-12
  22. Eskov V.V., Gazya G.V., Konnov P.E. Fundamental'nye problemy biokibernetiki iz-za neustojchivosti vyborok biosistem // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(4).– Str. 110-122. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-4-13
  23. Kuhareva A.YU., Eskov V.V., Gazya N.F. Gipoteza Everetta i kvantovaya teoriya soznaniya // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – 4(1). – Str. 65-71. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-1-09