

## Бесконтактная оценка психоэмоционального состояния студенток

**Р.Ш. Саркисян<sup>✉</sup>, Л.Г. Симонян, А.М. Манукян, В.Р. Саркисян, А.Л. Костанян**  
Институт физиологии им. Л.А. Орбели НАН РА, г. Ереван, Республика Армения  
<sup>✉</sup> rafsarg@yahoo.com

### *Аннотация*

**Введение.** В настоящее время в психофизиологических исследованиях наиболее востребованы инструментальные методы оценки психоэмоционального состояния человека. В связи с этим особый интерес представляет вопрос о возможности использования в этом аспекте аппаратного комплекса «Биоскоп». **Цель:** оценить возможность использования разработанной аппаратуры для объективной оценки характера психоэмоционального состояния студенток в процессе учебных занятий и во время экзаменационной сессии. **Материалы и методы.** Пилотное исследование проведено при участии десяти студенток, средний возраст которых составил  $21,2 \pm 1,1$  года. До проведения инструментального исследования проводился опрос студенток для выявления их субъективного отношения (положительного или негативного) к учебным предметам, до и после которых будет проводиться оценка психоэмоционального состояния с использованием аппаратного комплекса «Биоскоп». Процедура регистрации сигналов «Биоскопа» проводилась в течение 3 мин на расстоянии 1 см от ладони левой руки испытуемых до и после учебных занятий, дифференцированных на предметы с положительным и отрицательным субъективным отношением студенток. Аналогичная процедура регистрации сигналов «Биоскопа» проводилась до и после экзаменов. При анализе зарегистрированных данных определялась средняя частота осцилляций сигналов «Биоскопа», строились спектральные распределения совокупности межпиковых интервалов осцилляционных сигналов «Биоскопа» и рассчитывались значения их мощностей. Достоверность отличия данных, полученных на различных этапах проведенного исследования, оценивалась с использованием критерия Стьюдента при уровне значимости  $p < 0,05$ . **Результаты.** Проведенное исследование показало, что значения частот осцилляций сигналов «Биоскопа» связаны со степенью психоэмоциональной напряженности человека. Чем выше напряженность, тем ниже частота осцилляций. И наоборот – у людей в расслабленном, спокойном состоянии, как правило, формируются колебания с высокими значениями частоты осцилляций. Показано также, что в случае положительного отношения к учебному предмету, как и в ситуации экзамена, имеет место многократное превышение мощности спектра межпиковых интервалов сигналов «Биоскопа» до занятия или перед экзаменом над таковыми после занятия или экзамена. В случае негативного отношения к предмету наблюдается обратная картина. **Заключение.** Полученные данные указывают на перспективность использования аппаратного комплекса «Биоскоп» для объективной оценки характера психоэмоционального состояния человека.

**Ключевые слова:** «Биоскоп»; психоэмоциональное состояние, студентки, экзамен, аппаратно-программный комплекс, экспресс-оценка

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

**Для цитирования:** Бесконтактная оценка психоэмоционального состояния студенток / Р.Ш. Саркисян, Л.Г. Симонян, А.М. Манукян и др. // Психология. Психофизиология. 2022. Т. 15, № 1. С. 112–120. DOI: 10.14529/jpps220110.

Original article  
DOI: 10.14529/jpps220110

## Contactless assessment of psychoemotional status in female students

R.Sh. Sargsyan<sup>✉</sup>, L.G. Simonyan, A.M. Manukyan, V.R. Sargsyan, H.L. Kostanyan  
L.A. Orbeli Institute of Physiology NAS RA, Yerevan, Republic of Armenia  
<sup>✉</sup> rafsarg@yahoo.com

### Abstract

**Introduction.** The instrumental methods of psychoemotional assessment are the most used in modern psychophysiological studies. Therefore, the prospects for the use of the Bioskop system in psychophysiological studies are of great interest. **Aims.** The paper aims to evaluate the prospects of using the developed system for objective assessment of psychoemotional status in female students during the academic year and exams. **Materials and methods.** The pilot study involved 10 female students (mean age  $21.2 \pm 1.1$  years). Before the instrumental study, female students participated in the survey to identify their subjective attitude (positive or negative) to university disciplines. Psychoemotional assessment with the Bioskop system was conducted before and after the lectures considered as positive or negative in terms of students' attitude. Signal recording was performed during 3 minutes at a distance of 1 cm from the palm of the left hand. The same procedure was repeated before and after exams. The analysis of the data obtained involved mean signal oscillation frequency, the spectral distribution of peak-to-peak intervals and their power. The reliability of the data obtained was confirmed with the Student's t-test at significance level  $p < 0.05$ . **Results.** The data obtained showed that oscillation frequencies corresponded to the degree of psychoemotional stress in subjects, i.e. the higher the stress score, the lower the oscillation frequency. In relaxed subjects, as a rule, high frequency oscillations were recorded. In the case of a positive attitude to a university subject, as well as during the exam, a multiple increase in the power of pre-lecture/exam peak-to-peak interval spectrum was recorded compared to post-lecture/exam values. In the case of a negative attitude to a university subject, the opposite trend was observed. **Conclusion.** The data obtained confirm the prospects for using the Bioskop system for objective assessment of psychoemotional status.

**Keywords:** "Bioscope", psychoemotional state, students, exam, hardware and software complex, express assessment

*The authors declare no conflict of interest.*

**For citation:** Sargsyan R.Sh., Simonyan L.G., Manukyan A.M., Sargsyan V.R., Kostanyan H.L. Contactless assessment of psychoemotional status in female students. *Psikhologiya. Psikhofiziologiya = Psychology. Psychophysiology*. 2022;15(1):112–120 (in Russ.) DOI: 10.14529/jpps220110.

### Введение

Исследования по поиску альтернативных методов оценки физиологического состояния биологических систем привели к разработке нового аппаратного комплекса «Биоскоп» [1], способного бесконтактно реагировать на приближение биологических систем (растения, лабораторные животные, люди).

Различные биологические объекты в разной степени влияют на показания «Биоскопа», вместе с тем сигналы аппаратуры меняются и при изменении физиологического состояния исследуемой системы [2, 3]. В настоящее время получены многочисленные данные, которые демонстрируют эффективность использования аппаратного комплекса «Биоскоп» при изучении особенностей влияния различных фармакологических препаратов [2], физической нагрузки и стрессорных воздействий

на физиологическое состояние организма [4], для раннего прогнозирования инфицированности животных [5], формирования онкологического образования в организме, процесса инкубации куриного эмбриона [6], а также беременности и эпилептиформной предрасположенности организма [7]. Показана также возможность неинвазивной оценки психофизиологического состояния у одаренных подростков [8].

**Цель:** оценить возможность использования разработанной аппаратуры для объективной оценки характера психоэмоционального состояния студенток в процессе учебных занятий и во время экзаменационной сессии.

### Материалы и методы

Аппаратурный комплекс «Биоскоп» имеет простую конструкцию, а принцип его

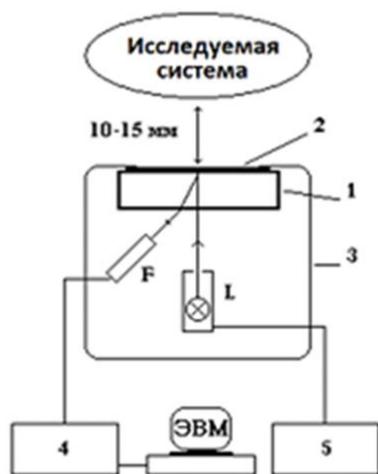
работы основан на оценке интенсивности света, рассеянного в светонепроницаемой камере от датчика – стеклянной пластины, покрытой тонким непрозрачным материалом (рис. 1). На рис. 1Б представлен типичный сигнал «Биоскопа» при приближении ладони человека к нему на расстояние одного см.

В период учебного семестра для двух различных предметов до и после занятий проводилась трехминутная регистрация сигналов «Биоскопом» на расстоянии одного см от ладони левой руки испытуемых. Во время экзаменационной сессии также проводились аналогичные регистрации до и после сдачи экзаменов по пяти другим предметам. До проведения исследований проводился опрос студенток для выявления характера их психоэмоционального отношения (положительного или негативного) к учебным дисциплинам, выбранным для анализа. В зависимости от характера их субъективного восприятия учебного предмета студентки были разделены на

две группы: с положительным и отрицательным отношением к учебным дисциплинам.

При анализе зарегистрированных данных определялись последовательные межпиковые временные интервалы осцилляционных сигналов «Биоскопа» (ВВ-интервалы) и методом быстрого преобразования Фурье строились их спектральные распределения. При этом оценивались изменения в спектре ВВ-интервалов после анализируемых занятий и экзаменов по отношению к спектральным распределениям до проведения занятий и экзаменов соответственно. Вместе с тем определялась средняя частота осцилляций сигналов «Биоскопа» и значение полной мощности спектрального распределения совокупности ВВ-интервалов до и после проведения занятий и экзаменов. Достоверность отличия значений рассчитанных показателей в различных экспериментальных группах оценивалась с использованием критерия Стьюдента при уровне значимости  $p < 0,05$ .

А/А



- 1 – стеклянная пластина / glass plate
- 2 – покрывающий материал (плотная черная бумага) / covering material (thick black paper)
- 3 – металлический корпус / metal casing
- 4 – блок питания / power supply
- 5 – усилитель / amplifier
- L – источник света (лазер,  $\lambda = 0,65$  мкм) / light source (laser,  $\lambda = 0.65$  micron)
- F – фотоприемник (ФД-256) / photodetector (PD-256)
- ЭВМ – система регистрации / PC – registration system

Б/В

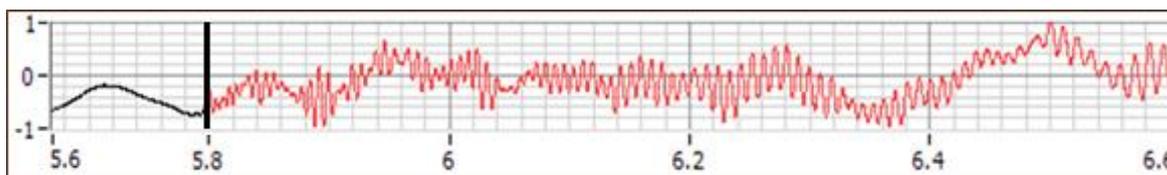


Рис. 1. Аппаратурный комплекс «Биоскоп»: А – принципиальная схема устройства; Б – типичные сигналы «Биоскопа» в области ладони человека. Вертикальная линия – момент поднесения ладони человека к датчику «Биоскоп» на расстояние 1 см; по оси абсцисс – время в минутах, по оси ординат – амплитуда сигналов «Биоскопа» в условных единицах

Fig. 1. The Bioskop system: А – schematic diagram of the device; Б – typical signals in the palm area. Vertical line – the moment when the palm was placed at a distance of 1 cm from the sensor; X-axis – time in minutes, Y-axis – signal amplitude (c.u.)

### Результаты

Результаты анализа полученных данных обобщены в табл. 1 и для наглядности представлены в графической форме на рис. 2 и 3.

Согласно представленным данным при положительном отношении к предмету частота сигналов «Биоскопа» до учебных занятий составляет  $35,9 \pm 5,1$  кол/мин (рис. 2А). При этом в случае экзамена наблюдаются осцилляции с относительно более низкими частотами.

После завершения учебных занятий или экзаменов наблюдается тенденция к сближению значений частот осцилляционных сигналов «Биоскопа» в области 25–26 кол/мин. При положительном отношении к предметам значение мощности спектра ВВ-интервалов до экзамена в пять раз превышает таковую до учебных занятий (рис. 2Б). После завершения учебных занятий или экзаменов имеет место увеличение значений спектральной мощности.

Таблица 1  
Table 1

Значения средней частоты и полной мощности последовательных ВВ-интервалов сигналов «Биоскопа» у студенток  
Values of average frequency and total power of consecutive ВВ-intervals of “Bioscope” signals among female students

Положительное отношение к предметам Positive attitude to university subjects	F	FFT_BB
До уроков / Before lessons	$35,9 \pm 5,1$	$0,5E-4 \pm 0,2E-4$
До экзаменов / Before exams	$24,7 \pm 2,1$	$2,7E-4 \pm 0,6E-4$
После уроков / After lessons	$29,4 \pm 7,0$	$1,2E-4 \pm 0,8E-4$
После экзаменов / After exams	$25,6 \pm 2,5$	$5,7E-4 \pm 1,6E-4$
Негативное отношение к предметам Negative attitude to university subjects	F	FFT_BB
До уроков / Before lessons	$24,1 \pm 4,3$	$1,2E-4 \pm 0,2E-4$
До экзаменов / Before exams	$13,4 \pm 2,9$	$5,7E-4 \pm 1,3E-4$
После уроков / After lessons	$31,6 \pm 6,5$	$1,0E-4 \pm 0,2E-4$
После экзаменов / After exams	$21,7 \pm 3,8$	$6,0E-4 \pm 2,2E-4$

*Примечание.* F – средняя частота осцилляций сигналов «Биоскопа»; FFT\_BB – значение полной мощности спектрального распределения совокупности ВВ-интервалов.

*Note.* F – mean oscillation frequency of Bioskop signals; FFT\_BB – the total power of the spectral distribution of aggregated ВВ-intervals.

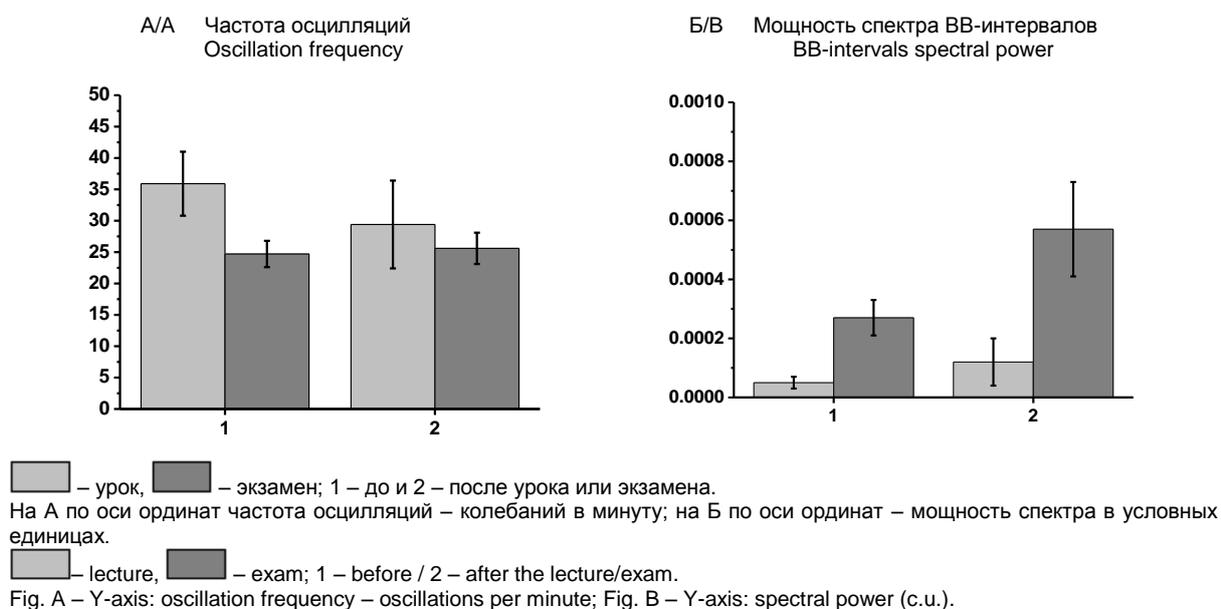
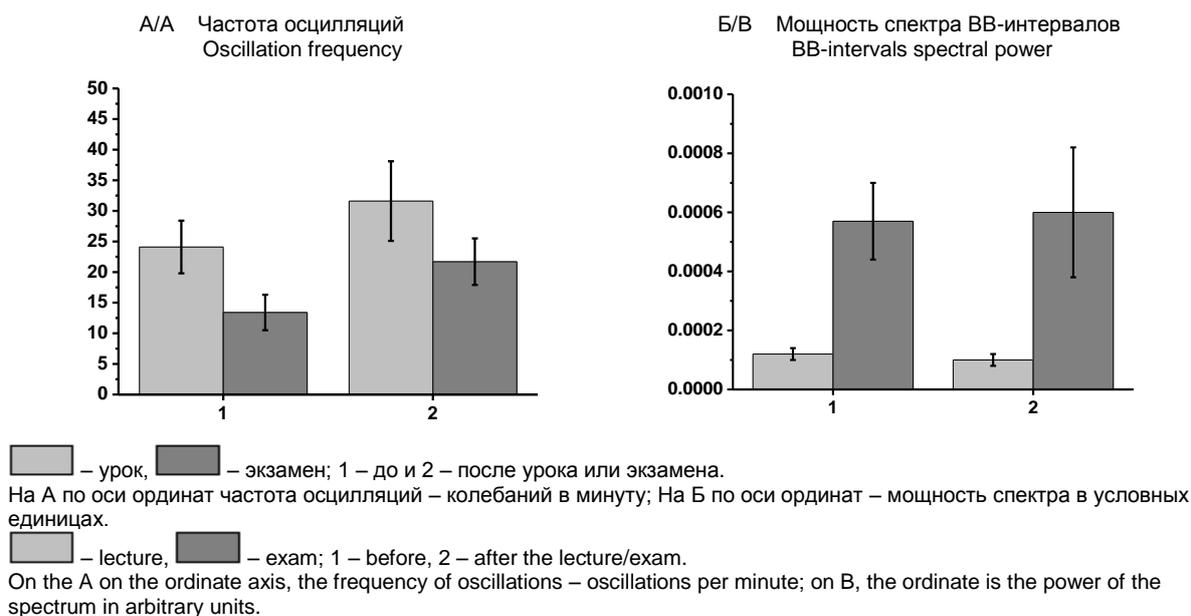


Рис. 2. Значения средних частот осцилляций сигналов «Биоскопа» (А) и значений полной мощности спектрального распределения совокупности ВВ-интервалов (Б) в экспериментальной группе с положительным отношением к предметам испытуемых

Fig. 2. Mean oscillation frequencies of Bioskop signals (A) and the total power of the spectral distribution of aggregated ВВ-intervals (B) in the experimental group with a positive attitude towards university subjects



**Рис. 3. Значения средних частот осцилляций сигналов «Биоскоп» (А) и значений полной мощности спектрального распределения совокупности ВВ-интервалов (Б) в экспериментальной группе с негативным отношением к предметам испытуемых**  
**Fig. 3. Mean oscillation frequencies of Bioskop signals (A) and the total power of the spectral distribution of aggregated BB-intervals (B) in the experimental group with a negative attitude towards university subjects**

При негативном отношении к предмету частота сигналов «Биоскопа» до учебных занятий составляет  $24,1 \pm 4,3$  кол/мин (рис. 3А). В случае экзамена наблюдаются осцилляции с 1,8 раза более низкими частотами. После завершения, как учебных занятий, так и экзаменов наблюдается тенденция к увеличению осцилляционных сигналов «Биоскопа» в 1,3–1,8 раз. При негативном отношении к предметам значение мощности спектра до экзамена в пять раз превышает таковую до учебных занятий (рис. 3Б). При этом как после занятий, так и после экзамена значения мощностей спектров не меняются.

Проведенный анализ выявил также существенную разницу в характере изменения спектрального распределения ВВ-интервалов после учебных занятий или экзаменов в зависимости от положительного или негативного отношения испытуемых к предмету (рис. 4).

В случае положительного отношения к предмету практически на всем частотном интервале, как в случае учебного занятия, так и экзамена, имеет место многократное (5–10 раз) превышение мощности спектра сигналов «Биоскопа» после занятия или экзамена над таковыми до их начала. В случае негативного отношения к предметам наблюдается обратная картина. При этом после завершения занятия или экза-

мена мощность спектра ВВ-интервалов уменьшается на несколько порядков.

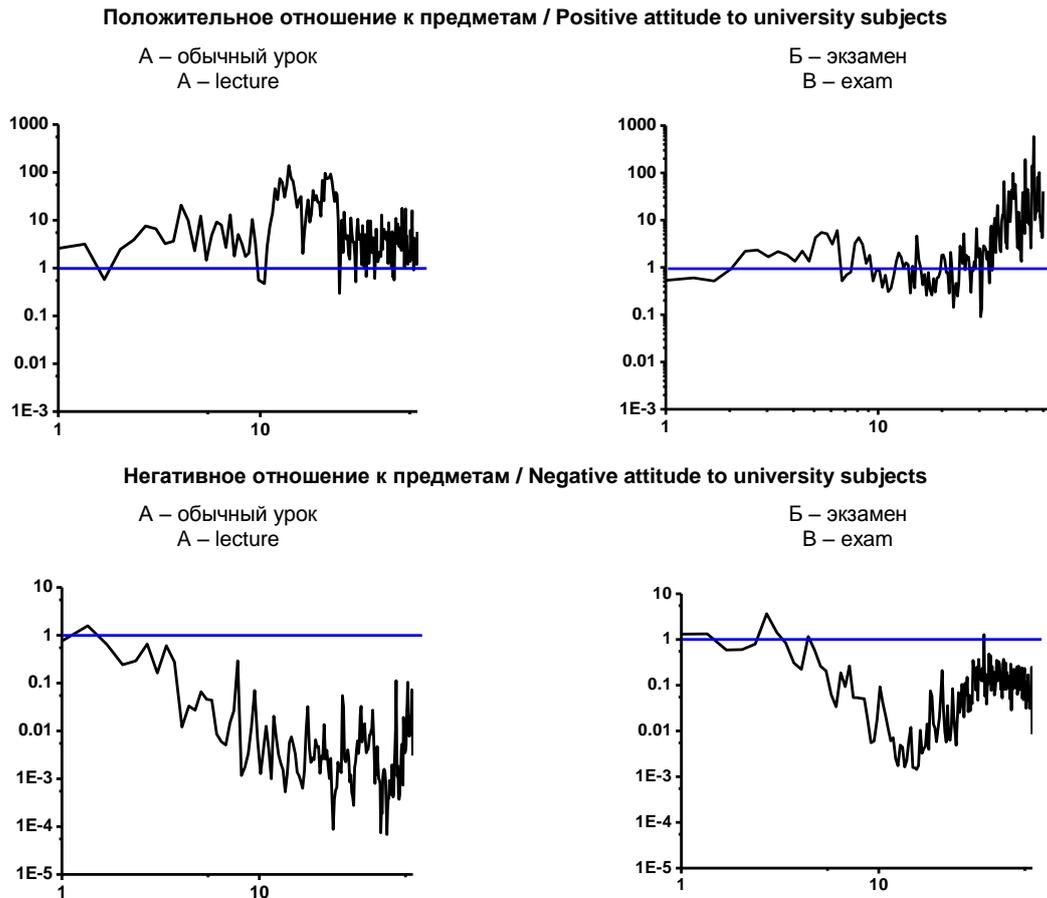
### Обсуждение

Цель проведенного исследования заключалась в оценке возможности использования аппаратного комплекса «Биоскоп» для объективной оценки психоэмоционального состояния человека.

Как известно, негативное отношение к предмету или сдача экзамена связаны с большим эмоциональным напряжением студенток по сравнению со случаем положительного отношения к предмету.

Проведенный анализ показал, что независимо от характера психоэмоционального отношения к предмету частота осцилляций сигналов аппаратуры до учебных занятий в 1,5–2 раза выше, чем до экзамена. Вместе с тем при положительном отношении к предмету наблюдаемые частоты осцилляций примерно в два раза выше, чем в случае негативного отношения к ним. После завершения учебных занятий или сдачи экзамена имеет место эмоциональная «разрядка», что в случае негативного отношения к предмету отражается в увеличении частоты регистрируемых осцилляций.

Таким образом, можно заключить, что значения частоты осцилляций сигналов «Биоскопа» связаны со степенью психоэмоцио-



По оси абсцисс – частоты осцилляций в логарифмическом масштабе (колебаний в минуту);  
по оси ординат – относительные значения мощности спектров в логарифмическом масштабе;  
X-axis: oscillation frequencies on a logarithmic scale (oscillations per minute);  
Y-axis: relative spectral power values on a logarithmic scale

**Рис. 4. Спектральные распределения последовательных ВВ-интервалов после уроков и после экзаменов относительно их спектральных распределений до проведения уроков и экзаменов соответственно**  
**Fig. 4. Spectral distribution of successive pre- and post-lecture/exam ВВ-intervals**

нальной напряженности человека. Чем выше напряженность, тем ниже частота; и наоборот: у людей в расслабленном, спокойном состоянии, как правило, формируются колебания с высокими значениями частоты.

Проведенный анализ показал также, что характер спектрального распределения ВВ-интервалов весьма чувствителен к модальности психоэмоционального состояния студенток. В случае положительного отношения к предмету, как в случае учебных занятий, так и экзамена, практически на всех частотах имеет место многократное превышение мощности спектра ВВ-интервалов сигналов «Биоскопа» до учебных занятий или экзамена над таковыми после их завершения. В случае негативного отношения к предмету наблюдается обратная картина.

### Заклучение

В настоящем исследовании предпринята попытка оценить возможность использования аппаратного комплекса «Биоскоп» для сравнительной оценки психоэмоционального состояния студенток до и после проведения учебных занятий, а также до и после сдачи экзаменов во время экзаменационной сессии.

Значения частоты осцилляций и характер спектрального распределения ВВ-интервалов сигналов «Биоскопа» являются объективными критериями бесконтактной оценки психоэмоционального состояния человека.

Приведенные данные указывают на перспективность использования аппаратного комплекса «Биоскоп» для оценки уровня психоэмоциональной напряженности студенток.

Список источников

1. Systems and Methods For Investigation of Living Systems / J.P. Draayer, H.R. Grigoryan, R.Sh. Sargsyan, S.A. Ter-Grigoryan. United States Patent Application Publication, Pub. No.: US 2007/0149866 A1, Pub. Date: Jun. 28, 2007.
2. Sargsyan R.Sh., Karamyan G.G., Avagyan M.N. Noninvasive Assessment of Physiologic State of Living Systems // The Journal of Alternative and Complementary Medicine. 2010. Vol. 16, № 11. P. 1137–1147. DOI: <https://doi.org/10.1089/acm.2010.0108>
3. Sargsyan R.Sh., Karamyan G.G. Nonlocal correlations in macroscopic systems: living objects, mental influence and physical processes // NeuroQuantology. 2014. Vol. 12, № 4. P. 355–365. DOI: <https://doi.org/10.14704/nq.2014.12.4.770>
4. Danielyan I.A. Peculiarities of acoustic impact and physical exercise on the state of organism depending on sex and temperament of persons under test // Electronic Journal of Natural Sciences of NAS RA of Armenia. 2015. Vol. 25 (2). P. 35–40.
5. Бесконтактная оценка функционального состояния крыс при экспериментальном трихинеллезе (*Trichinella Spiralis*) / Г.Т. Саркисов, Р.Ш. Саркисян, Ф.А. Чубарян и др. // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2010. № 2. P. 19–21.
6. Jaghinyan A.V. Non-invasive monitoring of embryonic development of the chick embryo // Electronic Journal of Natural Sciences of NAS RA of Armenia. 2015. Vol. 2(25). P. 41–44.
7. О возможности бесконтактной оценки эффективной дозы ламотриджина и топирамата для купирования эпилептиформных состояний крыс / Р.Г. Пароникян, Р.Ш. Саркисян, М.Н. Авагян [и др.] // Эпилепсия и пароксизмальные состояния. 2019. Т. 11, № 2. С. 142–152. DOI: <https://doi.org/10.17749/2077-8333.2019.11.2.142-152>
8. Новые подходы к оценке психофизиологического состояния у одаренных подростков / Р.Ш. Саркисян, М.А. Аракелян, А.Л. Костанян, Л.Г. Симонян // Психология. Психофизиология. 2021. Т. 14, № 1. С. 111–118. DOI: <https://doi.org/10.14529/jpps210111>

*Поступила 01.10.2021; одобрена после рецензирования 06.12.2021; принята к публикации 30.12.2021*

*Об авторах:*

**Саркисян Рафик Шаваршович**, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией интегративной биологии, Институт физиологии им. Л.А. Орбели НАН РА (Республика Армения, Ереван, 0028, ул. Орбели, 22), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4023-4306>, rafsarg@yahoo.com

**Симонян Луиза Гагиковна**, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории интегративной биологии, Институт физиологии им. Л.А. Орбели НАН РА (Республика Армения, Ереван, 0028, ул. Орбели, 22), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4528-7271>, luizasimonyan@hotmail.com

**Манукян Армен Мисакович**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории интегративной биологии, Институт физиологии им. Л.А. Орбели НАН РА (Республика Армения, Ереван, 0028, ул. Орбели, 22), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5649-1409>, amanukyan59@gmail.com

**Саркисян Ваграм Рафикович**, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории интегративной биологии, Институт физиологии им. Л.А. Орбели НАН РА (Республика Армения, Ереван, 0028, ул. Орбели, 22), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9053-4860>, sargsyan.vahram@gmail.com

**Костанян Асмик Лаврентьевна**, младший научный сотрудник лаборатории интегративной биологии, Институт физиологии им. Л.А. Орбели НАН РА (Республика Армения, Ереван, 0028, ул. Орбели, 22), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8440-0148>, kostanyanhasmik2@gmail.com

*Заявленный вклад авторов:*

Саркисян Р.Ш. – научное руководство, анализ эмпирических материалов, подготовка окончательной редакции текста.

Симонян Л.Г. – подготовка первоначального варианта статьи, анализ эмпирических материалов.  
Манукян А.М. – подготовка первоначального варианта статьи, анализ данных.  
Саркисян В.Р. – доработка начального варианта текста, обработка данных, визуализация/представление данных в тексте.  
Костанян А.Л. – подготовка первоначального варианта статьи, обработка данных, анализ данных.

*Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

### References

1. Draayer J.P., Grigoryan H.R., Sargsyan R.Sh., Ter-Grigoryan S.A. Systems and Methods for Investigation of Living Systems. United States Patent Application Publication, Pub. No.: US 2007/0149866 A1, Pub. Date: Jun.28, 2007.
2. Sargsyan R.Sh, Karamyan G.G., Avagyan M.N. Noninvasive assessment of physiologic state of living systems. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*. 2010;16(11):1137–1144. DOI: <https://doi.org/10.1089/acm.2010.0108>.
3. Sargsyan R., Karamyan G. Nonlocal Correlations in Macroscopic Systems: Living Objects, Mental Influence and Physical Processes. *NeuroQuantology*. 2014;12(4):355–365. DOI: <https://doi.org/10.14704/nq.2014.12.4.770>
4. Danielyan I.A. Peculiarities of acoustic impact and physical exercise on the state of organism depending on sex and temperament of persons under test. *Electronic Journal of Natural Sciences of NAS RA of Armenia*. 2015;2(25):35–40.
5. Sarkisov G.T., Sargsyan R.Sh., Chubaryan F.A., Petrosyan R.A., Karapetyan L.M., Akopyan N.E. Non-contact assessment of the functional state of rats with experimental trichinellosis (*Trichinella Spiralis*). *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni = Medical parasitology and parasitic diseases*. 2010;2:19–21. (in Russ.).
6. Jaghinyan A.V. Non-invasive monitoring of embryonic development of the chick embryo. *Electronic Journal of Natural Sciences of NAS RA of Armenia*. 2015;2(25):41–44.
7. Paronikyan R.G., Sargsyan R.Sh., Avagyan M.N. et al. Non-invasive assessment of the effective dose of lamotrigine and topiramate for the treatment of epileptiform states in rats. *Epilepsiya i paroksizmal'nye sostoyaniya = Epilepsy and paroxysmal states*. 2019;11(2):142–152. (in Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17749/2077-8333.2019.11.2.142-152>
8. Sargsyan R.Sh., Arakelyan M.A., Kostanyan A.L., Simonyan L.G. New Approaches to the Assessment of Psychophysiological State in Gifted Adolescents. *Psychology. Psychophysiology*. 2021;14(1):111–118. (in Russ.). DOI: <https://doi.org/10.14529/jpps210111>

*Submitted 01.10.2021; approved after reviewing 06.12.2021; accepted for publication 30.12.2021.*

#### *About the authors:*

**Rafik Sh. Sargsyan**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Integrative Biology, Orbeli Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of the Republic of Armenia (22, Orbeli str., Yerevan, 0028, Republic of Armenia), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4023-4306>, rafsarg@yahoo.com

**Luisa G. Simonyan**, Candidate of Biological Sciences, Researcher at the Laboratory of Integrative Biology, Orbeli Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of the Republic of Armenia (22, Orbeli str., Yerevan, 0028, Republic of Armenia), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4528-7271>, luizasimonyan@hotmail.com

**Armen M. Manukyan**, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Integrative Biology, Orbeli Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of the Republic of Armenia (22, Orbeli str., Yerevan, 0028, Republic of Armenia), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5649-1409>, amanukyan59@gmail.com

**Vahram R. Sargsyan**, Candidate of Biological Sciences, Researcher at the Laboratory of Integrative Biology, Orbeli Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of the Republic of Armenia (22, Orbeli str., Yerevan, 0028, Republic of Armenia), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9053-4860>, [sargsyan.vahram@gmail.com](mailto:sargsyan.vahram@gmail.com)

**Hasmik L. Kostanyan**, Junior Researcher at the Laboratory of Integrative Biology, Orbeli Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of the Republic of Armenia (22, Orbeli str., Yerevan, 0028, Republic of Armenia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8440-0148>, [kostanyanhasmik2@gmail.com](mailto:kostanyanhasmik2@gmail.com)

*Contribution of the authors:*

R.Sh. Sargsyan – scientific management, analysis of empirical materials, preparation of the final version of the text.

L.G. Simonyan – writing the draft, analysis of empirical materials.

A.M. Manukyan – writing the draft, data analysis.

V.R. Sargsyan – revision of the text, data processing, visualization/presentation of data in the text.

H.L. Kostanyan – writing the draft, data processing, data analysis.

*All authors have read and approved the final manuscript.*