

Ященко С.Г., Рыбалко С.Ю.

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ ОТ СРЕДСТВ ИНФОРМАЦИОННО–КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЧЕЛОВЕКА**

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Минобрнауки России, 295051, Симферополь

**Введение.** Средства для работы с информацией – коммуникационные устройства (персональные компьютеры, ноутбуки, планшетные компьютеры и смартфоны) являются лидерами по динамике модификации и обновлению технической базы. Это сопровождается динамичным изменением электромагнитных характеристик компьютерных средств. Растут объёмы информации, с которыми сталкиваются молодые люди, получающие образование в современном мире. Предполагается длительная работа студентов с персональными компьютерами (ПК). Это происходит не только в аудиториях, но и дома, в процессе подготовки к занятиям. Представляется важным исследование влияния электромагнитных факторов ПК на организм пользователя с учётом экспозиции.

**Материал и методы.** У студентов – пользователей ПК исследовались память, внимание, неспецифические адаптационные реакции, адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы (ССС), индекс вазосимпатического взаимодействия (ИВВ), кожные температуры, биологический возраст. У ПК определялись напряжённости электростатического, электрического и магнитного полей мониторов, системных блоков стационарных компьютеров, ноутбуков и планшетных компьютеров различных типов и производителей. Рассчитана индивидуальная электромагнитная экспозиция (ЭМЭи).

**Результаты.** Выявлено, что измеренные значения электромагнитных полей (ЭМП) исследованных ПК находятся ниже предельно допустимых уровней. Определение ряда параметров у студентов – пользователей ПК показало их нахождение в пределах физиологических норм.

**Заключение.** Корреляционный анализ по Пирсону выявил взаимосвязи ЭМЭи с исследованиями объёма памяти ( $R = -0,383, p < 0,001$ ) и внимания ( $R = 0,326, p < 0,001$ ), а также неспецифических адаптационных реакций ( $R = -0,325, p < 0,01$ ), ИВВ ( $R = 0,618, p < 0,001$ ), адаптационного потенциала СССР ( $R = 0,267, p < 0,01$ ) и амплитуды разности кожных температур ( $R = -0,284, p < 0,01$ ). Биологический возраст был связан слабой положительной зависимостью ( $R = 0,231, p < 0,05$ ).

Ключевые слова: персональные компьютеры; электромагнитные поля; физиологические функции.

**Для цитирования:** Ященко С.Г., Рыбалко С.Ю. Влияние электромагнитной экспозиции от средств информационно–коммуникационных технологий на человека. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(11): 1053-57. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-11-1053-57>

**Для корреспонденции:** Ященко Светлана Григорьевна, канд. мед. наук, доцент, доцент каф. гигиены общей с экологией, Медицинская академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Симферополь. E-mail: [yswet.net@mail.ru](mailto:yswet.net@mail.ru)

Yashchenko S.G., Rybalko S.Yu.

**INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC EXPOSITION FROM INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES MEANS ON PHYSIOLOGICAL INDICES OF THE HUMAN BODY**

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, 295006, Russian Federation

**Introduction.** Means for working with information - communication devices (personal computers, laptops, tablet computers, and smartphones) are leaders in the dynamics of modification and updating of the technical base. This is accompanied by a dynamic change in the electromagnetic characteristics of computer equipment. The amount of information faced by young people receiving education in the modern world is growing. In students, this is accompanied by long-time work with personal computers (PCs) not only in the classrooms but also at home, in the process of preparing for classes. It is important to study the effect of PCs' electromagnetic factors on the user's body, taking into account the exposure.

**Material and methods.** The was studied memory, attention, non-specific adaptation reactions, the adaptation potential of the cardiovascular system (CVS), the vagosympathetic interaction index (VII), skin temperatures, and biological age in students - PC users. The PC determined the strength of the electrostatic, electric and magnetic fields of monitors, system units, laptops and tablet computers of various types and manufacturers. There was calculated the individual electromagnetic exposure (EMEi).

**Results.** Measured values of electromagnetic fields (EMF) of the studied PCs were revealed to be below the maximum permissible levels. The determination of the number of indices for students - PC users showed that they were within physiological norms.

**Discussion.** There is an impact of individual electromagnetic exposure on the studied indices among students - PC users.

**Conclusion.** Correlation analysis by Pearson allowed identifying the most important relationships of electromagnetic exposure with investigation of memory ( $R=-0.383; p<0.001$ ) and attention ( $R=0.326; p<0.001$ ) and nonspecific adaptive responses ( $R=-0.325; p<0.01$ ), VII ( $R=0.618, p<0.001$ ), the adaptive capacity of the cardiovascular system

( $R=0,267$ ;  $p<0,01$ ) and amplitude difference of the skin temperatures ( $R=-0,284$ ;  $p<0,01$ ). Biological age was associated with a weak positive dependence ( $R=0,231$ ;  $p<0,05$ ).

**Key words:** *personal computers; electromagnetic fields; physiological functions.*

**For citation:** Yashchenko S.G., Rybalko S.Yu Influence of electromagnetic exposition from information and communication technologies means on physiological indices of the human body. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2018; 97(11): 1053-57. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-11-1053-57>

**For correspondence:** Svetlana G. Yashchenko, MD, Ph.D., Associate professor of the Department of general hygiene with ecology of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University, 295051, Simferopol, Russian Federation. E-mail: [yswet.net@mail.ru](mailto:yswet.net@mail.ru)

**Information about authors:**

Yashchenko S.G., <http://orcid.org/0000-0001-6817-8639>; Rybalko S.Yu., <http://orcid.org/0000-0002-3809-4992>.

*Conflict of interest.* The authors declare no conflict of interest.

*Acknowledgment.* The study had no sponsorship.

Received: 28 February 2018

Accepted: 18 October 2018

## Введение

В современном мире наблюдается стремительный рост новых технологий прежде всего в информационной сфере. Средства для работы с информацией – коммуникационные устройства (персональные компьютеры, ноутбуки, планшетные компьютеры и смартфоны) являются лидерами по динамике модификации и обновления технической базы. Меняются технологии экранов и микросхем, повышается частота работы процессоров, микросхем памяти и, следовательно, меняются и расширяются функции устройств. Всё это сопровождается изменением характеристик электромагнитных полей (ЭМП) и излучений от средств информационно-коммуникационных технологий. Необходимо констатировать тот факт, что современные биологические и гигиенические исследования не успевают определять степень опасности стремительного роста и изменений новых средств коммуникационных технологий, что, в частности, определяется некоторой консервативностью предыдущих и существующих гигиенических нормативов [1]. Появились работы, направленные на изучение биологического действия комплекса электромагнитных факторов, источником которых являются современные коммуникационные устройства [2–12], в том числе персональные компьютеры (ПК) [13–16]. Учитывая, что объёмы информации, с которыми сталкиваются молодые люди, получающие образование в современном мире, растут, предполагается весьма длительная работа студентов со средствами информационно-коммуникационных технологий не только в аудиторных условиях, но и дома, в процессе подготовки к занятиям. В работе [17] предложено сокращение времени, проводимого обучающимися у монитора. В экспериментальном исследовании показано влияние ЭМП на эпифиз [18]. Полученные данные [19] показывают, что воздействие ЭМП жидкокристаллических мониторов (с частотой 1 кГц и 150 В/м и интенсивностью 220 В/м) на тромбоциты вызывают неблагоприятные последствия кислородного метаболизма этих клеток и, таким образом, могут привести к физиологической дисфункции организма. Представляется важным исследование влияния электромагнитных факторов ПК на организм пользователя с учётом экспозиции и комплексного вклада электрических и магнитных составляющих.

Цель работы – оценка действия ЭМП ПК с учётом экспозиции на основные когнитивные и физиологические показатели организма.

## Материал и методы

В исследовании, проведённом на базе Медицинской академии им. С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», при-

няли участие 1208 студентов-волонтеров в возрасте  $21 \pm 0,936$  года. Оценивались внимание и память, определялся индекс вагосимпатического взаимодействия (ИВВ) вычислялся биологический возраст (по методу В.П. Войтенко), проводились измерения кожных температур [20] определялся адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы (ССС) [21], исследовались неспецифические адаптационные реакции (НАРО) [22]. Также было проведено измерение напряжённости электрических полей, определены плотность магнитного потока и напряжённость электростатического поля ПК (системных блоков и мониторов стационарных компьютеров, ноутбуков и планшетных компьютеров). Измерения проводились в диапазоне 5–2 и 2–400 кГц соответственно. В качестве измерительной аппаратуры использовался измеритель электрического и магнитного полей трехкомпонентный «ВЕ-метр», измеритель напряжённости электростатического поля «ЭСПи-301». Рассчитана индивидуальная электромагнитная экспозиция (ЭМЭи) при помощи модернизированной нами формулы [23]:

$$ЭМЭи = \left[ \left( \frac{Эн}{ПДУ_1} + \frac{Эв}{ПДУ_2} \right) + \left( \frac{Мн}{ПДУ_3} + \frac{Мв}{ПДУ_4} \right) + \frac{ЭСП}{ПДУ_5} \right] \cdot \frac{Нр}{ПДН_p} \cdot \frac{1}{n},$$

где Эн – напряжённость электрического поля в низкочастотном диапазоне (В/м); Эв – напряжённость электрического поля в высокочастотном диапазоне (В/м); ПДУ<sub>1</sub> – предельно допустимый уровень напряжённости электрического поля в низкочастотном диапазоне (В/м); ПДУ<sub>2</sub> – предельно допустимый уровень напряжённости электрического поля в высокочастотном диапазоне (В/м); Мн – плотность магнитного потока в низкочастотном диапазоне (нТл); Мв – плотность магнитного потока в высокочастотном диапазоне, (нТл); ПДУ<sub>3</sub> – предельно допустимый уровень плотности магнитного потока в низкочастотном диапазоне (нТл); ПДУ<sub>4</sub> – предельно допустимый уровень плотности магнитного потока в высокочастотном диапазоне (нТл); ЭСП – напряжённость электростатического поля (кВ/м); ПДУ<sub>5</sub> – предельно допустимый уровень напряжённости электростатического поля (кВ/м); Нр – рабочая нагрузка (час); ПДН<sub>р</sub> – предельная допустимая рабочая нагрузка для конкретной категории взрослых пользователей (час); n – количество нормируемых электромагнитных параметров, воздействующих на организм.

Статистическая обработка полученных результатов выполнена с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2007 и пакета для статистического анализа MedStat с определением вариационных рядов на нормальность распределения и с проведением корреляционного анализа по Пирсону.

Средние показатели электрического, магнитного и электростатического полей от средств ИКТ ( $M \pm m$ )

Измеряемый параметр	Напряжённость электрического поля, В/м		Напряжённость магнитного поля, нТл		Напряжённость электростатического поля, кВ/м
	5 Гц–< 2 кГц	2 кГц–< 400 кГц	5 Гц–< 2 кГц	2 кГц–< 400 кГц	
Системные блоки	8,42 ± 0,172	1,28 ± 0,03	128,01 ± 0,236	22,52 ± 0,002	2,28 ± 0,054
Мониторы:					
ЭЛТ	8,65 ± 0,027	0,71 ± 0,003	73,28 ± 0,183	23,78 ± 0,367	10,41 ± 0,247
CCFL	20,20 ± 0,054	2,39 ± 0,006	66,42 ± 0,094	14,05 ± 0,098	7,52 ± 0,186
LED	7,73 ± 0,035	0,65 ± 0,001	196,54 ± 0,128	3,2 ± 0,026	10,07 ± 0,249
Ноутбуки	8,86 ± 0,002	1,04 ± 0,06	96,46 ± 0,001	22,46 ± 0,017	1,01 ± 0,003
Планшеты	0,97 ± 0,001	0,41 ± 0,01	7,88 ± 0,026	0,72 ± 0,009	0,35 ± 0,017

Примечание. ЭЛТ – электронно-лучевая трубка; CCFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp) – люминесцентная лампа с холодным катодом; LED (Light-emitting diode) – светодиод.

## Результаты

При измерении напряжённости электростатического поля системных блоков, мониторов, ноутбуков и планшетов различных типов и производителей получены результаты, представленные в табл. 1.

Следует отметить, что полученные средние значения в целом находятся в пределах существующих на сегодняшний день допустимых уровней [24]. Рассчитанная ЭМЭи при этом составила  $0,473 \pm 0,0301$  условных баллов (у.б.).

У студентов оценивались когнитивные функции: память – методом запоминания чисел (МЗП), внимание – методом отыскивания чисел (МОЧ) чисел. Так, МЗП направлен на исследование индивидуальных особенностей в запоминании цифрового материала. При анализе результатов учитывали общее количество правильно запомненных чисел. Подвергнув анализу полученные данные, можно сказать, что объём памяти соответствовал  $7,64 \pm 0,193$  единиц (ед.). А такой метод как МОЧ дал возможность судить об объёме внимания и темпе психических процессов (исследуемый студент как можно быстрее отыскивал числа в таблице, расположенные произвольно от 1 до 25). Время, выделенное на отыскивание чисел, до 45 с считается хорошим результатом, 45–55 с. – удовлетворительным, свыше 1 мин – неудовлетворительным. Анализируя полученные данные, можно оценить объём внимания у студентов ( $47,23 \pm 0,821$  с.) как удовлетворительный и хороший.

Определение уровня НАРО, рассчитанного в у.б., у студентов выявило их нахождение в границах высоких уровней реактивности тренировки и спокойной активации без элементов напряжённости ( $0,61 \pm 0,232$  у.б.), что является неспецифической основой нормы.

При оценке адаптации студентов к условиям обучения необходимо было выбрать дополнительно такие критерии, которые позволили бы дать заключение об уровне их адаптационных процессов. Это позволило нам кроме определения НАРО обратить внимание на состояние ССС, т.к. изменение активности гомеостатических систем при различных воздействиях на организм прежде всего влияет на уровень её функционирования. Исходя из того, что одним из важнейших показателей неполноценности адаптивных приспособительных реакций к меняющимся условиям среды, нарушений нейрогуморальной регуляции может явиться развитие синдрома «дезинтеграции» или вегето-сосудистой дистонии (ВСД), было обращено внимание на возможность использования для указанных целей показателей артериального давления с определением адаптационного потенциала ССС.

Известно, что ВСД – это синдром, характеризующий вегетативную дисфункцию. Эта патология относится к заболеваниям нервной системы. Из-за отсутствия конкретной причины и расплывчатой симптоматики ВСД по МКБ-10 не имеет конкретной классификации и обозначается как G90.8. Таким образом, МКБ-10 ВСД характеризует как одно из нарушений нервной системы, но не как самостоятельное заболевание.

Считается, что при ВСД в подавляющем большинстве случаев приходится иметь дело со смешанными симпатическими и парасимпатическими проявлениями с преобладанием того или другого. При этом может быть разная направленность в отдельных функциональных системах. Например, симпатическая активность кардиоваскулярной системы может сочетаться с парасимпатической в гастроинтестинальной системе, или наоборот. Возможно, активизация парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) вслед за её симпатическим отделом в условиях стрессовых воздействий имеет определённое защитное значение, оптимизируя процессы адаптации. В связи с этим наряду с оценкой ССС мы исследовали функционирование ВНС, для чего использовали ИВВ, при определении которого получены значения, находящиеся в пределах от  $1,02 \pm 0,09$  до  $1,42 \pm 0,07$  у.б.

Расчёт адаптационного потенциала (АП) ССС у студентов дал среднее значение в  $2,152 \pm 0,139$  у.б., что можно оценить как достаточные функциональные возможности системы кровообращения (показатель удовлетворительной адаптации составил  $1,50–2,59$  у.б.).

В качестве хронобиологических параметров, достаточно чувствительных к действию электромагнитных излучений на физиологические функции организма человека [20], были выбраны следующие критерии: измерение кожной температуры с расчётом амплитуды разности кожных температур (АРКТ) и определение биологического возраста по методу В.П. Войтенко с вычислением коэффициента биологического возраста (КБВ). Расчёт АРКТ дал средние значения, находящиеся в пределах  $0,53 \pm 0,094^\circ\text{C}$ , КБВ был равен  $0,958 \pm 0,0197$  у.б.

## Обсуждение

При проведении корреляционного анализа по Пирсону между рассчитанной ЭМЭи и полученными результатами мы выявили наличие корреляционных связей, приведённых в табл. 2.

Таким образом, можно констатировать, что на фоне измеренных электромагнитных факторов ПК, находящихся

## Значения коэффициентов корреляционного анализа по Пирсону

Показатель	МЗЧ, ед.	МОЧ, с.	НАРО, у.б.	ИВВ, у.б.	АП ССС, у.б.	АРКТ, °С	КБВ, у.б.
Число наблюдений, <i>n</i>	268	268	69	236	281	124	193
ЭМЭи, у.б.	-0,383***	0,326***	-0,325**	0,61***	0,267**	-0,284**	0,231*

Примечание. Существует корреляционная связь на уровне значимости: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ .

в пределах гигиенических нормативов, существует влияние индивидуальной электромагнитной экспозиции на исследованные показатели, которые, в свою очередь, также соответствовали физиологической норме. Это согласуется с исследованиями [25–28] влияния ЭМП на состояние физиологических систем. До тех пор, пока воздействие ЭМП на организм человека, в частности, на ткани сердца не будет более полно изучено, к коммуникационным устройствам следует подходить с осторожностью [29].

## Заключение

1. Проведение оценки комплекса электромагнитных факторов ПК дало средние значения, находящиеся в пределах допустимых уровней, а рассчитанная индивидуальная электромагнитная экспозиция (ЭМЭи) при этом составила  $0,473 \pm 0,0301$  у.б.

2. В результате статистической обработки полученных результатов были выявлены наиболее значимые корреляционные взаимосвязи ЭМЭи с исследованиями объёма памяти ( $R = -0,383$ ,  $p < 0,001$ ) и внимания ( $R = 0,326$ ,  $p < 0,001$ ), а также неспецифических адаптационных реакций ( $R = -0,325$ ,  $p < 0,01$ ), ИВВ ( $R = 0,618$ ,  $p < 0,001$ ), адаптационного потенциала ССС ( $R = 0,267$ ,  $p < 0,01$ ) и АРКТ ( $R = -0,284$ ,  $p < 0,01$ ). Биологический возраст был связан слабой положительной зависимостью ( $R = 0,231$ ,  $p < 0,05$ ).

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Литература

(пп. 2, 4–13, 15, 17, 19, 26–29 см. References)

- Ященко С.Г., Шибанов С.Э., Рыбалко С.Ю., Григорьев О.А. Комплексный подход к исследованию влияния электромагнитных полей современных коммуникационных устройств на организм человека. *Гигиена и санитария*. 2018; 97 (7): 618–622.
- Григорьев Ю.Г. Возможное развитие опухолей мозга у пользователей сотовыми телефонами (новая информация). *Радиационная биология. Радиоэкология*. 2016; 56 (5): 546–8.
- Васильева Н.А., Чеснокова М.Г., Ломиашвили Л.М. Влияние электромагнитного излучения персонального компьютера на микробиологическое состояние ротовой жидкости операторов. *Современные проблемы науки и образования*. 2015; 4: 428.
- Походзей Л.В., Пальцев Ю.П. Актуальные проблемы гигиенической оценки электромагнитных полей при работе с современными средствами информационно – коммуникационных технологий. В книге: *Актуальные вопросы организации контроля и надзора за физическими факторами. Материалы Всероссийской научно-практической конференции*. Под редакцией А.Ю. Поповой. 2017: 329–33.
- Ященко С.Г., Рыбалко С.Ю. Морфологическая структура эпифиза крыс при воздействии электромагнитных излучений коммуникационных устройств. *Гигиена и санитария*. 2016; 95 (10): 977 – 979.
- Ященко С.Г., Рыбалко С.Ю. Анализ влияния персональных компьютеров и мобильных телефонов на организм человека. *Вестник РУДН, Серия Медицина, Труды II Российского съезда по хронобиологии и хрономедицине с международным участием*. 2012; 7: 236 –7.
- Пронькина К.В., Чудинова О.В. Адаптационный потенциал сердечно – сосудистой системы студентов в период обучения в ВУЗе. *Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова*. 2016; (18): 129–31.
- Гаркави Л.Х. *Активационная терапия*. Таганрог; 2006.
- Конюхов В.А., Вакулюк В.М., Конюхов А.В. Методический подход к оценке электромагнитной экспозиции от персональных электронно-вычислительных машин для различных категорий взрослых пользователей. *Экология человека*. 2007; (2): 59–62.
- Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. СанПиН 2.2.4.3359-16.
- Ященко С.Г., Рыбалко С.Ю., Пилунская О.А., Шибанов С.Э. Гигиеническая оценка влияния электромагнитных факторов коммуникационных устройств на состояние здоровья студентов. *Гигиена и санитария*. 2017; 96 (10): 1001–1003.
- Yashchenko S.G., Shibanov, S.E., Rybalko, S.Yu., Grigoriev, O.A. Integrated approach to research of influence of electromagnetic fields of contemporary communication devices on the human body. *Gigiena i Sanitariya*. 2018; 97 (7): 618–622 (in Russian)
- Volkov N, Tomasi D., Wang G. et. al. Effect of Cell Phone Radiofrequency Signal Exposure on Brain Glucose Metabolism. *JAMA*. 2011; 305(8): 809–13.
- Grigor'ev Ju.G. Possible development of brain tumors in users of cellular phones (new information). *Radiacionnaja biologija. Radiojekologija*. 2016; 56(5): 546–8. (in Russian)
- Say F., Altunkaynak Z., Coşkun S., Deniz Ö.G. et all. Controversies related to electromagnetic field exposure on peripheral nerves. *J Chem Neuroanat*. 2016; Sep;75(Pt B):70–6.
- Shlapak M. Yu., Rybalko S.Yu. The changes in catalytic activity of membrane-bound acetylcholinesterase of human erythrocytes due to chronic exposure to electromagnetic radiation of mobile devices. *Journal of Information, Intelligence and Knowledge*. 2012; 4(1): 1–5.
- Razavinsab M., Moazzami K., Shabani M. Maternal Mobile phone exposure alters intrinsic electrophysiological properties of CA1 pyramidal neurons in rat offspring. *Toxicol Ind Health*. 2014 Mar 6; [Epub ahead of print].
- Priyanka S. Urvashi S. Effect of Electromagnetic Radiation of Mobile Phone on Sperm Count in Albino Rats. *International Journal of Scientific Reseach*. 2016; 5(10): 126.
- Çetkin M., Kızılkın N., Demirel C., Bozdağ Z., et all. Quantitative changes in testicular structure and function in rat exposed to mobile phone radiation. *Andrologia*. 2017 Jan 26. doi: 10.1111/and.12761. [Epub ahead of print].
- Çeliker M., Özgür A., Tümkaya L., Terzi S. et all. Effects of exposure to 2100MHz GSM-like radiofrequency electromagnetic field on auditory system of rats. *Braz J. Otorhinolaryngol*. 2016.
- Sırav B., Seyhan N. Effects of GSM modulated radio-frequency electromagnetic radiation on permeability of blood-brain barrier in male & female rats. *Chem Neuroanat*. 2016 Sep; 75(Pt B):123–7.
- Mortazavi S.M., Owji S.M., Shojaei-Fard M.B., Ghader-Panah M. et al. GSM 900 MHz Microwave Radiation-Induced Alterations of Insulin Level and Histopathological Changes of Liver and Pancreas in Rat. *J Biomed Phys Eng*. 2016 Dec 1;6(4):235–42.
- Nisbet H.O., Akar A., Nisbet C., et all. Effects of electromagnetic field (1.8/0.9 GHz) exposure on growth plate in growing rats. *es Vet Sci*. 2016 Feb; 104:24–9.
- Mortazavi S.A., Taeb S., Mortazavi S.M. et all. The Fundamental Reasons Why Laptop Computers should not be Used on Your Lap. *J Biomed Phys Eng*. 2016; Dec 1; 6(4):279–84.

14. Vasil'eva N.A., Chesnokova M.G., Lomiashvili L.M. The effects of electromagnetic radiation on microbiological computer personal fortune shit liquid operators. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2015; 4: 428. (in Russian)
15. Al-Awadi M.Y., Awadallah H., Hegazy M.T.et all. Probable effects of exposure to electromagnetic waves radiated from video display terminals on some visual functions. *Scholarly Journal of Medicine*. 2013; 3(4): 43-7.
16. Pohodzej L.V., Pal'cev YU.P. Actual problems of hygienic assessment of electromagnetic fields when working with modern means of information and communication technologies. *V knige: Aktual'nye voprosy organizacii kontrolya i nadzora za fizicheskimi faktorami Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Pod redakciej A.YU. Popovoj*. 2017: 329-33. (in Russian)
17. Jun N., Lee A., Baik I. Associations of Caffeinated Beverage Consumption and Screen Time with Excessive Daytime Sleepiness in Korean High School Students. *Clin Nutr Res*. 2017 Jan; 6(1):55-60.
18. Yashchenko S.G., Rybalko S.Yu. Morphological structure of rat epiphysis exposed to electromagnetic radiation from communication devices. *Gigiena i Sanitariya*. 2017; 2016; 95 (10): 977-979. (in Russian)
19. Lewicka M., Henrykowska G.A., Pacholski K., et al. The effect of electromagnetic radiation emitted by display screens on cell oxygen metabolism - in vitro studies. *Arch Med Sci*. 2015 Dec 10;11(6):1330-9.
20. Yashchenko S.G., Rybalko S.YU. Analysis of the influence of personal computers and mobile phones on the human body. *Vestnik RUDN, Seriya Medicina, Trudy II Rossijskogo s"ezda po hronobiologii i hronomedicine s mezhdunarodnym uchastiem*. 2012; 7: 236 -7. (in Russian)
21. Pron'kina K.V., CHudinova O.V. Adaptive potential of the cardiovascular system of students during their studies at the University. *Vestnik Hakasskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.F. Katanova*. 2016; (18): 129-31. (in Russian)
22. Garkavi L.H. *Activation therapy*. Taganrog; 2006. (in Russian)
23. Konyuhov V.A., Vakulyuk V.M., Konyuhov A.V. Methodological approach to the assessment of electromagnetic exposure from personal electronic computers for different categories of adult users. *Ekologiya cheloveka*. 2007; (2): 59-62. (in Russian)
24. Sanitary and epidemiological requirements for physical factors in the workplace. *SanPiN 2.2.4.3359-16*. (in Russian)
25. Yashchenko S.G., Rybalko, S.Yu., Pilunskaya, O.A., Shibanov, S.E. Hygienic evaluation of effect of electromagnetic factors of communication devices on student's health status. *Gigiena i Sanitariya*. 2017; 96 (10): 1001-1003. (in Russian)
26. Ekici B., Tanindi A., Ekici G., Diker E. The effects of the duration of mobile phone use on heart rate variability parameters in healthy subjects. *Anatol. J Cardiol*. 2016 Nov;16(11):833-838. doi: 10.14744/AnatolJCardiol.2016.6717. Epub 2016 Apr 7.
27. Parazzini M., Ravazzani P., Thuroczy G., et al. *Electromagn Biol Med*. 2013; 32 (2): 173-181.
28. Choi S.B., Kwon M.K., Chung J.W. et al. Effects of short-term radiation emitted by WCDMA mobile phones on teenagers and adults. *BMC Public Health*. 2014 May 10; 14: 438. doi: 10.1186/1471-2458-14-438.
29. Elmas O. Effects of electromagnetic field exposure on the heart: a systematic review. *Toxicol Ind Health*. 2016;32 (1):76-82.

Поступила 28.02.2018  
Принята к печати 18.10.2018