

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЭКРАНИРОВАНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ КОРТИЗОЛА В СЛЮНЕ УСЛОВНО ЗДОРОВЫХ ИСПЫТУЕМЫХ С УЧЕТОМ ГЕОМАГНИТНЫХ ФЛУКТУАЦИЙ

И. С. Миронюк, Е. А. Бирюкова, И. В. Черетаев, Ш. А. Пашаева

*ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»,
Таврическая Академия, Симферополь, Россия; biotema@rambler.ru*

Методом иммуноферментного анализа (ИФА) исследована концентрация кортизола в слюне (КС) у 10 условно-здоровых испытуемых женского пола, находящихся в условиях электромагнитного экранирования (ЭМЭ) (коэффициент экранирования для вертикальной составляющей – 4,4, для горизонтальной – 20; для частот выше 170 Гц и в области частот от $2 \cdot 10^{-3}$ до 0,5 Гц уровень спектральной плотности магнитного шума ниже 10 нТл/Гц), и у 10 волонтеров, не подвергавшихся действию ЭМЭ с учетом вариаций геомагнитного поля Земли.

Показано, что пребывание в ферромагнитном экране позволяет в значительной степени нивелировать неблагоприятное воздействие внешних факторов естественного происхождения на организм условно-здоровых испытуемых.

Ключевые слова: электромагнитное экранирование, кортизол.

Введение

Одной из актуальных проблем экологической физиологии и биофизики является изучение эффектов ослабленных электромагнитных полей на различные биологические объекты и, в частности, организм человека. В работах множества авторов [5-8] показано, что электромагнитное экранирование (ЭМЭ) вызывает серьезные изменения функционирования живых организмов, в частности, смещение фаз биологических ритмов, снижение работоспособности, подавление половой мотивации, усиление агрессивности и изменение болевой чувствительности. Поэтому эксперименты с ЭМЭ представляют практический интерес для понимания механизмов действия ослабленного электромагнитного поля, как на отдельные системы, так и на весь организм в целом. Важное значение имеет учет гелиогеофизических факторов. К настоящему времени имеются некоторые данные о колебаниях уровней гормонов в дни геомагнитных возмущений, в частности, кортизола в слюне условно здоровых людей. Известно, что эндокринная система является важнейшим регулятором физиологических функций, ей принадлежит ведущая роль в механизмах адаптации организма к неблагоприятным воздействиям [7, 9].

В связи с изложенным **целью** исследования явилось изучение изменения уровня кортизола в слюне (КС) под воздействием ЭМЭ и геомагнитных возмущений.

Методы исследования

Исследование концентрации КС проводили с помощью микропланшетного фотометра модели Anthos 2010 с фильтрами (400-750 нм) и программой ADAP + («Biochrom Ltd», Великобритания) на диагностических наборах Salivary Cortisol ELISA

Kit SLV-2930 (DRG, USA) на базе Лаборатории физиологии и биохимии крови Центра коллективного пользования научным оборудованием «Экспериментальная физиология и биофизика» Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского». Всех участников просили воздержаться от приема пищи, курения и использования жевательной резинки не менее чем за два часа до эксперимента. Слюну испытуемых собирали с помощью специального устройства SaliCap® (IBL International); полученные образцы хранили при температуре -20°C . Непосредственно перед проведением анализа образцы слюны размораживали и центрифугировали при 1500 g в течение 5 мин.

Со всеми испытуемыми на протяжении 10-ти суток работу начинали со сбора образцов слюны, а испытуемые экспериментальной группы после забора слюны находились в ферромагнитном экране $2\times 3\times 2$ метра в течение 30 минут, после чего у них повторно, не ранее чем через 5 минут после прекращения действия электромагнитного экранирования, проводили забор слюны для определения уровня кортизола.

Для оценки параметров геомагнитной активности использовали планетарный индекс A_p (нТл), полученный с помощью веб-ресурса Института земного магнетизма Российской академии наук: <http://www.izmiran.rssi.ru>.

Результаты исследования

Изменение уровня кортизола в слюне условно-здоровых испытуемых под влиянием электромагнитного экранирования

У испытуемых контрольной группы минимальное содержание уровня кортизола в слюне было зарегистрировано на 1-е сутки исследования ($16,91\pm 2,5$ нг/мл), а максимальное содержание отмечено на 6-е сутки исследования ($35,35\pm 5,0$ нг/мл). Следует заметить, что на протяжении 10-ти суток исследования в одно и то же время сбора слюны у волонтеров контрольной группы, не подвергавшихся действию ЭМЭ, было зарегистрировано несколько случаев увеличения с последующим снижением значений показателя уровня КС. В частности, на 6-е сутки эксперимента значения уровня кортизола в слюне увеличились – на 109,02% ($p<0,05$) по сравнению со значениями этого показателя, зарегистрированными в 1-е сутки исследования. Однако, после 6-х суток исследования у испытуемых контрольной группы отмечали постепенное снижение показателя уровня кортизола до значений ($\approx 22-27$ нг/мл), после чего значения концентрации СК выходили на «плато» и существенно не изменялись (рис. 1).

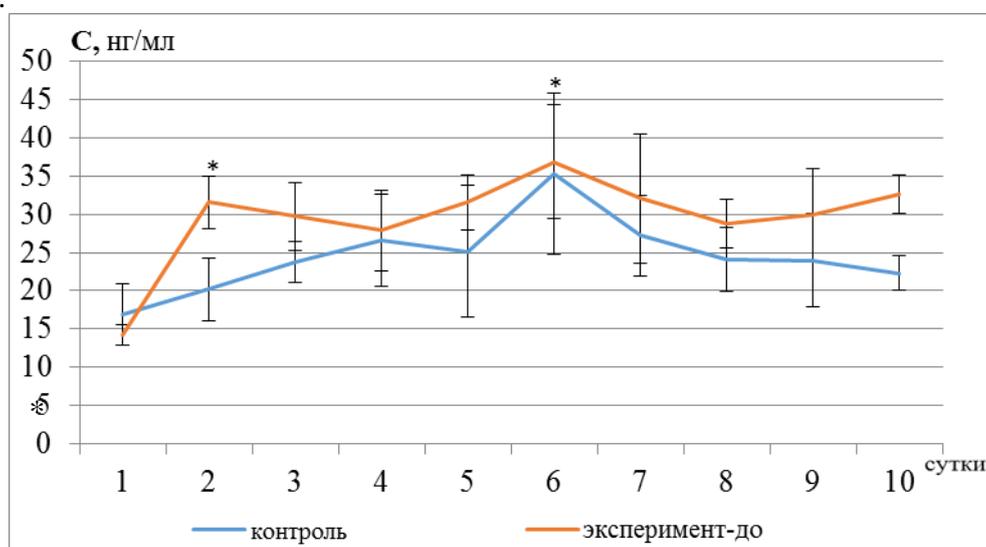


Рис. 1. Динамика концентрации кортизола в слюне (КС) у волонтеров контрольной и экспериментальной групп, в пробах, полученных ежедневно до входа в экранированную камеру.

Примечания: * – достоверность различий $p < 0,05$ по критерию Вилкоксона относительно исходных значений изученных показателей.

Необходимо отметить, что у испытуемых экспериментальной группы после 1-го сеанса пребывания в экранированной камере с ферромагнитным экраном значения концентрации кортизола в слюне увеличились примерно – на 10 % ($p < 0,05$), относительно фоновых значений данного показателя. В дальнейшем, на протяжении всего исследования под влиянием 30-ти минутного ЭМЭ, значения КС были выше значений, полученных у волонтеров контрольной группы приблизительно – на 20-25% ($p < 0,05$) (рис. 1).

Однако заметим, что динамика изменения концентрации КС ежедневных проб до пребывания волонтеров в экранированной камере была в значительной степени сходна с динамикой данного показателя испытуемых контрольной группы.

Так, на 6-е сутки эксперимента значения уровня кортизола в слюне волонтеров экспериментальной группы до пребывания в экранированной камере увеличились – на 158,46% ($p < 0,05$) по отношению к фоновым значениям, зарегистрированными в 1-е сутки исследования.

Широко известно, что кортизол является наиболее обильно циркулирующим стероидом и главным глюкокортикоидом, который проявляет физиологические эффекты в поддержании кровяного давления и выделяется при стрессовых ситуациях, экстремальном выделении АКТГ и физических нагрузках [6]. Доказана связь между секрецией кортизола и адаптационными возможностями организма [1, 2]. Следовательно, увеличение значений концентрации КС у волонтеров на протяжении 10-тидневного эксперимента под воздействием экранированной камеры свидетельствует о снижении адаптационного потенциала организма волонтеров в ответ на действие ЭМЭ.

Однако, по нашему мнению, значительный интерес представляют данные, полученные у волонтеров сразу же после действия 30-ти минутного ЭМЭ, в частности случаи значительного снижения концентрации КС на 4-8-е сутки исследования (рис. 2).

Так, методом иммуноферментного анализа проб слюны у испытуемых экспериментальной группы уже с 4-х суток наблюдения было зарегистрировано значительное снижение значений концентрации кортизола в пробах слюны, собранных непосредственно после пребывания в ферромагнитном экране – на 22,5% ($p < 0,05$) относительно значений этого показателя, полученных в 1-е сутки исследования до пребывания в камере (рис. 2) и – на 57,2% ($p < 0,05$) относительно значений, зарегистрированных у волонтеров контрольной группы.

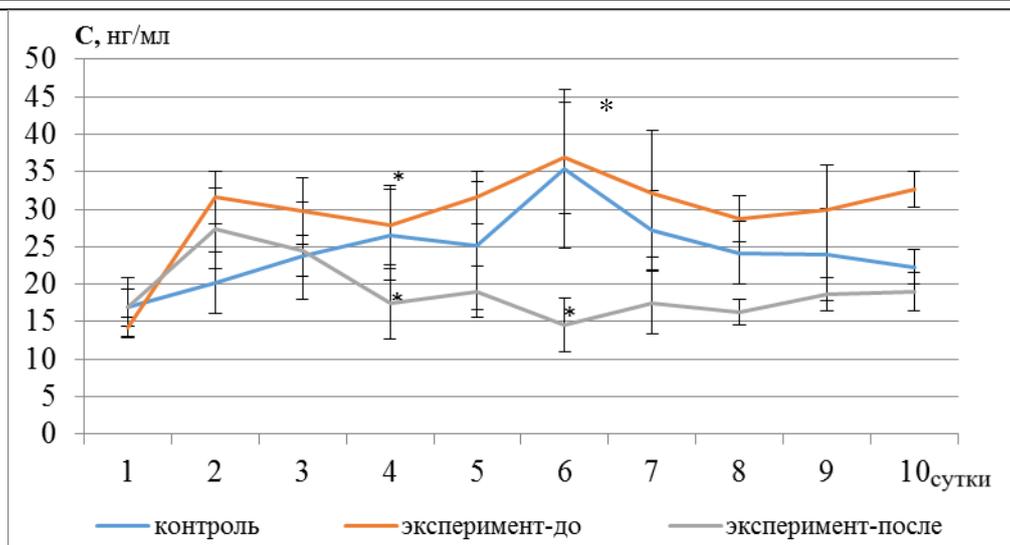


Рис. 2. Динамика концентрации кортизола в слюне у волонтеров контрольной и экспериментальной групп, в пробах, полученных ежедневно до входа и после выхода из в экранированной камеры.

Примечания: * – достоверность различий $p < 0,05$ по критерию Вилкоксона относительно исходных значений изученных показателей.

Следует отметить, что наибольшее снижение значений этого показателя у испытуемых экспериментальной группы было зарегистрировано на 6-е сутки исследования – на 152,8% ($p < 0,05$) относительно значений этого показателя, полученных в 1-е сутки исследования до пребывания в камере и – на 142,4% ($p < 0,05$) относительно значений этого показателя зарегистрированных в контрольной группе.

Полученные данные согласуются с результатами исследования некоторых авторов [3, 5] отмечавших, что ЭМЭ обладает высоким адаптивным действием, так как стимулирует увеличение variability сердечного ритма, восстанавливает исходную временную организацию физиологических процессов. Однако отметим, что колебания уровня КС зависят от функционального состояния гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, в частности КС связывают с неспецифическими адаптационными реакциями организма волонтеров на стрессорные факторы.

Модификация уровня кортизола в слюне у испытуемых экспериментальной группы вариациями геомагнитных факторов

Результаты настоящего исследования свидетельствуют, что у волонтеров, подвергшихся десятидневному действию ЭМЭ, происходила существенная модификация зависимости содержания КС в слюне от вариаций геомагнитных факторов, которая проявилась отсутствием существенных колебаний значений исследуемого показателя в дни резкого увеличения геомагнитной активности.

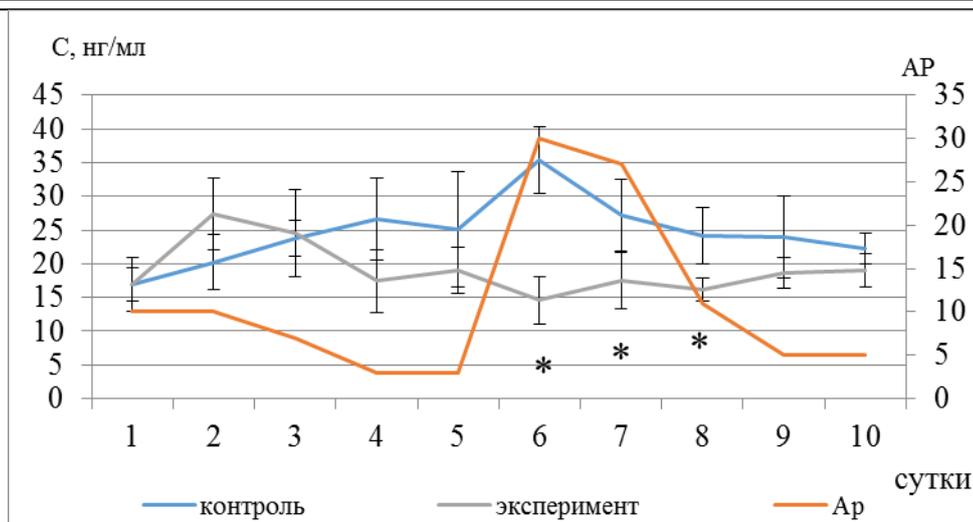


Рис. 3. Динамика концентрации кортизола в слюне у волонтеров контрольной и экспериментальной групп под влиянием 30-минутного ЭМЭ с учетом вариаций Ар-индекса.

Примечания: * – достоверность различий $p < 0,05$ по критерию Вилкоксона относительно исходных значений изученных показателей.

Широко известно, что кортизол является наиболее обильно циркулирующим стероидом и главным глюкокортикоидом секретируемым в надпочечниках и проявляет физиологические эффекты в поддержании кровяного давления, а также выделяется при стрессовых ситуациях, физических нагрузках и при экстремальном выделении АКТГ.

Колебания значения уровня кортизола в слюне, по нашему мнению, могут быть связаны с флуктуациями геомагнитной активности, численно выраженной в изменениях Ар-индекса.

Заметим, что наибольшие изменения исследуемого показателя – на 109 % у испытуемых контрольной группы были зарегистрированы в среднем за 1-2 дня до существенного увеличения Ар-индекса (5-6 сутки эксперимента) до 30 нТл что можно классифицировать как высокий уровень солнечной активности (рис. 3).

Заметим, что у волонтеров экспериментальной группы под воздействием 30-минутного ЭМЭ в ферромагнитной камере происходило нивелирование негативных последствий увеличения активности геомагнитного поля, выраженное в отсутствии реакции со стороны вегетативной НС на данное воздействие.

Известно [10], что увеличение значений показателя уровня концентрации кортизола напрямую связано со снижением адаптационных возможностей организма, что и было зарегистрировано в данном исследовании в дни увеличения геомагнитной активности у испытуемых контрольной группы.

Так, полученные данные согласуются с литературными [6] и свидетельствуют, что увеличение интегральной ритмики геомагнитной активности является стресс-фактором для организма испытуемых волонтеров, а биологические ответы гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы испытуемых на данное воздействие протекают по типу неспецифической адаптационной реакции на данные вариации и, кроме того, оказывают влияние на приспособленность организма к меняющимся условиям окружающей среды.

Полученные нами данные согласуются с данными полученными в литературе [10] в экспериментах на животных и свидетельствуют о том, что пребывание в ферромагнитном экране позволяет в значительной степени нивелировать внешние электромагнитные влияния, так как внутри таких помещений с помощью специальных

ферромагнитных материалов происходит частичная или временная изоляция внутренней среды от внешней, что в свою очередь приводит к изменению природных ЭМП (в том числе, высокочастотного ЭМП, индукционных эффектов и др.).

Таким образом, приведенные результаты исследования свидетельствуют о том, что организм обладает способностью реагировать как на ритмические вариации, так и на возмущения геомагнитного поля. Можно с уверенностью заключить, что магнитные бури являются стресс-факторами, в ответ на которые в организме развивается стресс-реакция. При этом 30-минутное пребывание в экранированной камере, модифицирует реакцию волонтеров на изменение напряженности магнитного поля Земли, что связано со снижением содержания кортизола в слюне испытуемых, и тем самым нивелирует неблагоприятное воздействие внешних физических факторов естественного происхождения на организм человека.

ВЫВОДЫ

1. Результаты настоящего исследования свидетельствуют, что у волонтеров, подвергшихся 10-дневному 30-минутному пребыванию в экранированной камере, происходило нивелирование неблагоприятного воздействия внешних физических факторов естественного происхождения на организм человека, что проявлялось в снижении содержания слюнного кортизола.

2. Наибольшее увеличение значений концентрации кортизола в слюне волонтеров контрольной группы было зарегистрировано в дни увеличения геомагнитной активности на 6-7-е сутки исследования 109 % ($p < 0,05$) по сравнению со значениями этого показателя, зарегистрированными в 1-е сутки исследования. У волонтеров экспериментальной группы под воздействием 30-минутного электромагнитного экранирования в ферромагнитной камере происходило нивелирование негативных последствий увеличения активности геомагнитного поля, выраженное в отсутствии существенных колебаний концентрации слюнного кортизола в ответ на данное воздействие.

3. Наибольшие изменения слюнного кортизола – на 109 % у испытуемых контрольной группы были зарегистрированы в среднем за 1-2 дня до существенного увеличения Ар-индекса (5-6 сутки эксперимента с 5 до 30 нТл), что можно классифицировать как умеренное напряжение электромагнитного поля Земли.

4. У волонтеров экспериментальной группы под воздействием 30-минутного ЭМЭ в ферромагнитной камере происходило нивелирование негативных последствий увеличения активности гелиогеомагнитного поля, выраженное в отсутствии изменений СК на данные флуктуации геомагнитного поля.

Исследование выполнено на базе Центра коллективного пользования научным оборудованием «Экспериментальная физиология и биофизика» Таврической академии ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского».

Литература

1. Андропова Т.И. Гелио-метеотропные реакции здорового и больного человека. – Л.: Медицина, 1982. – 248 с.
2. Аристархов В.М. Физико-химические основы первичных механизмов биологического действия магнитных полей / В.М. Аристархов, Л.А. Пизурян, В.П.

Цыбышев // Реакции биологических систем на магнитные поля. – М.: Наука, 1987. – С. 41-48.

3. Ершова Л.К. Влияние электромагнитных полей средних и коротких частот на некоторые показатели функционального состояния нервной системы / Л.К. Ершова, М.С. Мухарский // Гигиена населенных мест. – 1975. – № 4. – С. 105-109.

4. Егоров А.М. Теория и практика иммуноферментного анализа / А.М. Егоров, А.П. Осипов, Б.Б. Дзантиев, Е.М. Гаврилова. – М.: Высшая школа, 1991. – С. 288.

5. Жирков А.М. Элементы теории сложных систем при оценке влияния погодных факторов в экстренной медицине / А.М. Жирков, Е.В. Щемелева, Е.Г. Каменева // Материалы международной конференции «Погода и биосистемы». – 2006. – С. 209-214.

6. Кубасов Р.В. Математическое моделирование возрастных изменений межгормональных взаимоотношений гипофизарно-тиреоидной и гипофизарно-гонадной оси / Р.В. Кубасов, Е.Д. Кубасова // Экология человека. – 2007 – № 4. – 45–50 с.

7. Московская Н. Б. Оценка значимости индивидуальной магниточувствительности в характеристике иммунного и гормонально статуса / Н.Б. Московская: Дис...канд. мед. наук. –Архангельск, 1994. 122 с.

8. Походзей Л.В. Гипогеомагнитные поля как неблагоприятный фактор производственной среды и среды обитания / Л.В. Походзей, Ю.П. Пальцев, Н.Б. Рубцова // Ежегодник Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений. – 2012. – С. 69–82].

9. Хаснулин В.И. Психонейрогуморальные взаимоотношения и артериальная гипертензия у людей, работающих на Севере вахтовым методом/ В.И. Хаснулин //Бюллетень СО РАМН. 2010. – Т30. – №3. – С.78-85.

10. Reiter R.J. Reiter Melatonin suppression by static and extremely low frequency electromagnetic fields / R.J. Reiter – 1994. – P. 171-186.

ELECTROMAGNETIC SHIELDING INFLUENCE OF HEALTHY EXAMINEES SALIVA CORTISOL CONSIDERING GEOMAGNETIC FLUCTUATION

Mironyuk I.S., Birukova E.A., Cheretaev I.V, Pashaeva Sh.A.

Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky, Taurian Academy, Simferopol, Russia; biotema@rambler.ru

Concentration of cortisol in saliva (KS) was determined by immunoferrmental analysis (IFA) in 10 female conditional and healthy examinees who were in conditions of electromagnetic shielding (EMS) (shielding coefficient for a vertical component – 4,4, for horizontal – 20; for frequencies over 170 Hz and in the field of frequencies from $2 \cdot 10^{-3}$ to 0,5 Hz the level of spectral density of magnetic noise lower than $10 \mu\text{E}^{1/2}/\text{Hz}$), and in 10 volunteers who were not treated to action EMS taking into account variations of the geomagnetic field of Earth.

It has been shown that stay in the ferromagnetic screen allows to level substantially an adverse effect of external factors of natural origin on an organism of conditional and healthy examinees.

Keywords: electromagnetic shielding, cortisol.

References

1. Andronova T.I. Gelio-meteotropy reactions of the healthy and sick person. – L.: Medicine, 1982. – 248 s.
2. Aristarhov V.M. Fiziko-himicheskie osnovy pervichnyh mehanizmov biologicheskogo dejstviya magnitnyh polej / V.M. Aristarhov, L.A. Pizurjan, V.P. Cybyshev // Reakcii biologicheskikh sistem na magnitnye polja. – M.: Nauka, 1987. – S. 41-48.
3. Ershova L.K. Vlijanie jelektromagnitnyh polej srednih i korotkih chastot na nekotorye pokazateli funkcional'nogo sostojanija nervnoj sistemy / L.K. Ershova, M.S. Muharskij // Gigiena naselennyh mest. – 1975. – № 4. – S. 105-109.
4. Egorov A.M. Teorija i praktika immunofermentnogo analiza / A.M. Egorov, A.P. Osipov, B.B. Dzantiev, E.M. Gavrilova. – M.: Vysshaja shkola, 1991. – S. 288.
5. Zhirkov A.M. Jelementy teorii slozhnyh sistem pri ocenke vlijanija pogodnyh faktorov v jekstrennoj medicine / A.M. Zhirkov, E.V. Shhemeleva, E.G. Kameneva // Materialy mezhdunarodnoj konferencii «Pogoda i biosistemy». –2006. – С. 209-214.
6. Kubasov R.V. Matematicheskoe modelirovanie vozrastnyh izmenenij mezhgormonal'nyh vzaimootnoshenij gipofizarno-tireoidnoj i gipofizarno-gonadnoj osi / R.V. Kubasov, E.D. Kubasova // Jekologija cheloveka. – 2007 – № 4. – 45–50 s.
7. Moskovskaja N.B. Ocenka znachimosti individual'noj magnitochuvstvitel'nosti v harakteristike immunnogo i gormonal'no statusa / N.B. Moskovskaja: Dis...kand. med. nauk. –Arhangel'sk, 1994. 122 s.
8. Pohodzej L.V. Gipogeomagnitnye polja kak neblagoprijatnyj faktor proizvodstvennoj sredy i sredy obitanija / L.V. Pohodzej, Ju.P. Pal'cev, N.B. Rubcova // Ezhegodnik Rossijskogo nacional'nogo komiteta po zashhite ot neionizirujushhih izluchenij. – 2012. – S. 69–82].
9. Hasnulin V.I. Psihonejrogumoral'nye vzaimootnoshenija i arterial'naja gipertenzija u ljudej, rabotajushhih na Severe vahtovym metodom/ V.I. Hasnulin //Bjulleten' SO RAMN. 2010. – T30. – №3. – S.78-85.
10. Reiter R.J. Reiter Melatonin suppression by static and extremely low frequency electromagnetic fields / R.J. Reiter – 1994. – P. 171-186.