

**УДК 591.1, 57.043, 57.045**

## **ВЛИЯНИЕ УМЕРЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЭКРАНИРОВАНИЯ НА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ И МЕЖВИДОВУЮ АГРЕССИЮ У КРЫС**

*Чайка А. В.<sup>1</sup>, Шейхаметова Н. Н.<sup>1,2</sup>, Никитина Ю. О.<sup>1</sup>, Рахлев А. А.<sup>1,3</sup>,*

*Хусаинов Д. Р.<sup>1</sup>, Туманянц К. Н.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия*

<sup>2</sup>*ГБУЗ РК «Джанкойская центральная районная больница», Джанкой, Республика Крым, Россия*

<sup>3</sup>*ГБУЗ РК «Феодосийский медицинский центр», детская больница с детской поликлиникой, Феодосия, Республика Крым, Россия*

*E-mail: andrew.chajka@yandex.ru*

Влияние 21-дневного умеренного электромагнитного экранирования подавляет исследовательское поведение у беспородных крыс-самцов в тесте «реакция на мышь», проявляющееся в снижении количества заглядываний в норки на 43 % ( $p < 0,05$ ) по отношению к контролю и на 53 % ( $p < 0,05$ ) по сравнению с изначальным фоновым уровнем. Паттернов агрессивного поведения выявлено не было, а изменения в показателях социального взаимодействия крыс с мышами – недостоверны.

**Ключевые слова:** межвидовая агрессия, мурицид, электромагнитное экранирование, исследовательское поведение, крысы.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Агрессия – эволюционно древнее поведение, которое является необходимым инструментом, обеспечивающим выживание как конкретной особи, так и вида в целом [1]. Однако это также одна из серьезных проблем здравоохранения, т. к. агрессия является симптомом различных неврологических и психических расстройств у детей и взрослых, в том числе болезни Альцгеймера и других форм слабоумия, шизофрении и черепно-мозговых травм [2]. К тому же проблема агрессии актуальна и в социальном контексте: она стала одним из основных способов выражения противоречий, возникающих как между людьми, группами людей, так и непосредственно в самом обществе [3]. Еще ни одно поколение людей не обошлось без войн, массовых убийств, насилий, грабежей, уничтожения материальных и духовных ценностей [4]. Именно поэтому представляется важным изучение проблемы агрессии, а именно того, каким образом можно предотвратить развитие патологической агрессивности или скорректировать ее [5].

Медико-биологическими исследованиями доказано, что живые организмы не могут нормально функционировать без естественных электромагнитных полей (ЭМП) [6]. В то же время естественное геомагнитное поле (ГМП) в современных

городах претерпевает значительное искажение под действием многочисленных железобетонных конструкций и техногенных ЭМП: возникают локальные гипер- и гипوماгнитные поля, которые оказывают негативное влияние на функционирование живых организмов [7, 8]. В наши дни повышенный интерес к влиянию ослабленного ГМП на организм человека и животных также продиктован стремительным развитием аэрокосмической области и реальной перспективой регулярных космических полетов [9, 10].

Предыдущие исследования нашей лаборатории показали увеличение как внутривидовой, так и межвидовой агрессии под действием 10-дневного умеренного ЭМЭ, которое характеризуется особой ритмической изменчивостью [11–14]. В то же время ряд авторов [10, 15, 16] указывает на целесообразность проведения и более длительных исследований с использованием гипوماгнитной среды для лучшего понимания того, как ЭМЭ воздействует на людей, подверженных хронической экспозиции данного фактора, например, во время космических полетов, нахождения в экранирующих условиях – метро, каюте морских судов, военной технике [17–18]. Поэтому целью нашего исследования является определение влияния 21-дневного ЭМЭ на межвидовую агрессию у крыс.

#### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Исследования проводились на 16 белых беспородных крысах-самцах массой 220–250 г с соблюдением принципов биоэтики в соответствии с международными принципами Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или других научных целей. После того, как у животных зарегистрировали фоновый уровень межвидовой агрессивности и исследовательского поведения, их разделили на две группы: «контроль» и «ЭМЭ» (n=8 в каждой). Затем группа «ЭМЭ» подвергалась 21-дневному умеренному экранированию, ежедневно на протяжении всех 24 часов, кроме тех случаев, когда производилась уборка клеток (раз в неделю во избежание дополнительного стресса) в течение 30 мин. вне зоны действия гипوماгнитной среды. Контрольная группа содержалась в стандартных условиях вивария. На 21 день проводилась повторная регистрация поведения животных.

Поведение крыс оценивали в тесте «реакция на мышь»: животные помещались в противоположные концы круглого «Открытого поля» (97x42 см, «Открытая наука») на 5 мин., в течение которых было произведено видеонаблюдение за контактом экспериментальной крысы с мышью. Регистрировались количество убийств и другие проявления агрессивного поведения, такие как укусы и ношение мыши в зубах, если таковые присутствовали [11, 15]. Дополнительно фиксировалось социальное взаимодействие крысы с мышью: латентный период первой реакции обнюхивания (ОЛП, с.), общее количество обнюхиваний (ОК, шт.), общее время, затраченное на обнюхивания (ОВ, с.), количество актов преследования (ПЕ, шт.) и их общая продолжительность (ПЕ, с.). Также определяли исследовательское поведение крыс по отношению к окружающей обстановке: общее количество стоек (СК, шт.) и заглядываний в норки (НК, шт.).

Ослабление фонового ЭМП достигалось применением экранирующей камеры размером 2х3х2 м, изготовленной из двухслойного железа «Динамо». Коэффициент экранирования  $V_{DC}$ , измеренный с помощью феррозондового магнитометра, составляет для вертикальной составляющей 4,4, для горизонтальной – 20. Коэффициент экранирования камеры на частотах 50 и 150 Гц порядка трех. В области частот от 150 Гц до 100 кГц происходит слабое экранирование, тогда как на частотах больше 1 МГц имело место полное экранирование [14].

Статистическая обработка полученных данных проводилась критериями Манна – Уитни и Вилкоксона для связанных выборок в программе Statistica 10, подсчет и визуализация данных – Noldus Ethovision 12 и GraphPad Prism 7.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Животные обеих исследуемых групп показали полное отсутствие агрессивного поведения во время фоновой регистрации, отличия по показателям социального взаимодействия и исследовательского поведения недостоверны, за исключением СК: в контроле их количество превышает таковое в группе «ЭМЭ» на 98 % ( $p \leq 0,01$ ) (рис. 1). Таким образом, для текущего исследования влияния ЭМЭ на поведение животных была отобрана достаточно однородная выборка неагрессивных крыс (табл.).

Таблица

Результаты теста «реакция на мыш»

Сутки эксперимента	Фон		21-й день	
	Контроль	ЭМЭ	Контроль	ЭМЭ
ОЛП (с.)	19,45±8,293	28,23±12,15	31,45±18,23	31,65±10,92
ОК (шт.)	13,38±1,68	11,00±5,58	12,25±1,05	9,88±1,17
ОВ (с.)	25,86±4,99	30,21±8,09	23,21±3,07	21,87±3,87
СК (шт.)	12,25±1,81	6,19±1,15**	12,25±2,63	5,5±1,92*
НК (шт.)	6,63±0,60	7,50±1,30	6,13±0,58	3,5±0,53*
ПЕ (шт.)	4,88±0,77	3,88±1,82	3,25±0,73	2,00±0,42
ПЕ (с.)	5,00±1,27	5,80±2,82	3,76±1,16	2,44±0,58

Примечание: звездочками отмечены достоверные различия между контрольной и экспериментальной группами при \* $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ .

Воздействие 21-дневного умеренного ЭМЭ привело к значимому снижению количества НК на 43 % ( $p < 0,05$ ), а также сохранению исходных различий в количестве СК, увеличивая их до 123 % ( $p < 0,05$ ) (рис. 2).

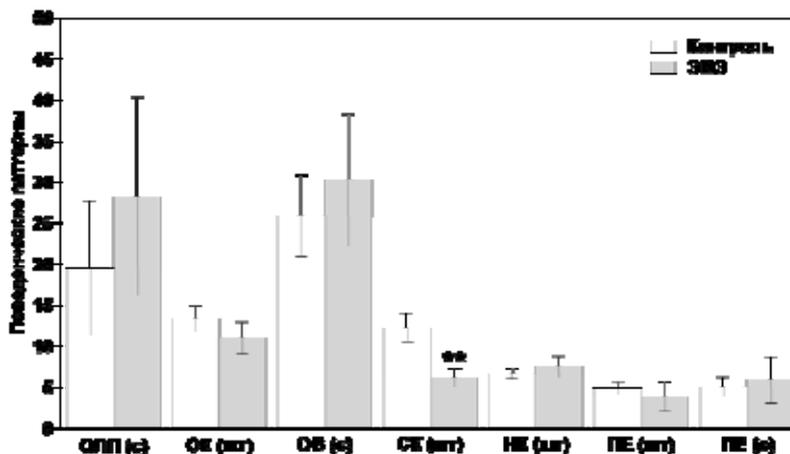


Рис. 1. Фоновый уровень исследуемых поведенческих показателей.

Примечание: звездочками отмечены достоверные различия между контрольной и экспериментальной группами при  $**p < 0,01$ .

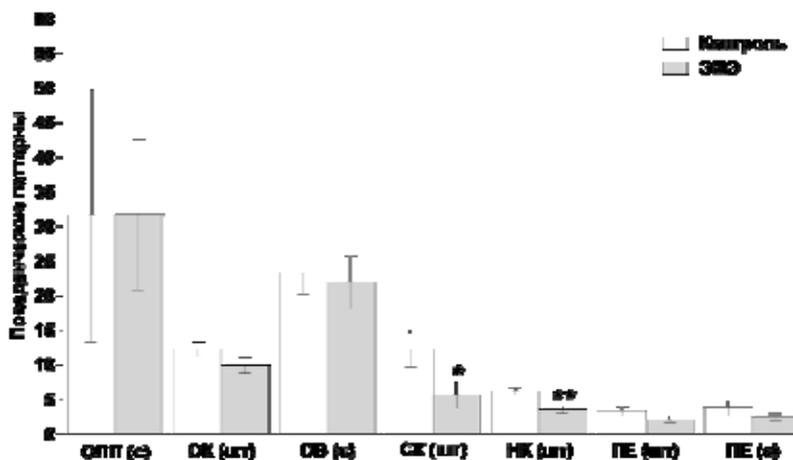


Рис. 2. Величина исследуемых паттернов поведения в контрольной группе и при воздействии 21-дневного умеренного ЭМЭ.

Примечание: звездочками отмечены достоверные различия между контрольной и экспериментальной группами при  $*p < 0,05$ ,  $**p < 0,01$ .

Также наблюдались отличия в величине ОК на уровне тенденции: в группе «ЭМЭ» данный показатель был ниже, чем в контроле, на 19 % ( $p < 0,16$ ). При попарном сопоставлении данных по принципу «до/после» выявлено, что ЭМЭ достоверно снижает количество НК на 53 % ( $p < 0,05$ ) по сравнению с фоновым уровнем данного параметра. В то же время в контрольной группе не выявлено достоверных различий такого характера ни по одному из показателей. Подобные

результаты могут свидетельствовать о наличии тревожного поведения в группе «ЭМЭ». Для проверки этой гипотезы необходимы дальнейшие исследования.

В итоге 21-дневное умеренное ЭМЭ не влияет на степень выраженности паттернов агрессивного поведения и социального взаимодействия в тесте «реакция на мышь» в отличие 10-дневного ЭМЭ, увеличивающего агрессию [10–14]. Возможным объяснением данному феномену является активная работа компенсаторных механизмов адаптации к новым условиям среды [10], развитие которых ожидаемо при столь длительном воздействии стресс-фактора. К тому же известно, что межвидовая агрессия является более сложным и неоднозначным типом поведения, чем, например, межсамцовая агрессия [19]. Опираясь на результаты многолетних исследований корифеев в изучении явления мурицида (убийства крысами мышей), есть все основания полагать, что триггером для данного типа поведения зачастую служат мощные экспериментальные воздействия, такие как хроническая интоксикация тяжелыми металлами [20] или удаление обонятельной луковицы и прочие хирургические повреждения мозга [21], тогда как более слабые (пищевая депривация, социальный стресс) нередко не дают никакого эффекта [22, 23]. Значит, теоретически вероятность возникновения мурицида будет тем выше, чем сильнее степень ЭМЭ.

Вместе с этим следует акцентировать внимание на том, что существуют принципиальные различия в подходах к оценке агрессивного поведения в тесте «реакция на мышь» – балльная система анализа поведения [15] не отделяет агрессии как таковой от социального взаимодействия, в результате чего за формулировкой «увеличение агрессии» по факту может скрываться лишь повышение числа социальных контактов между животными, реализуемое, например, посредством гиперактивности. В таком случае значимость периодических проявлений «реальной» агрессии в виде укусов и мурицида будет нивелирована при определении среднего балла агрессии по группе.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хроническое воздействие умеренного ЭМЭ приводит к ухудшению исследовательского поведения у крыс-самцов, проявляющееся в снижении количества заглядываний в норки на 43 % ( $p < 0,05$ ) по отношению к контролю и на 53 % ( $p < 0,05$ ) по сравнению с фоновым уровнем данного показателя. Агрессивного поведения зарегистрировано не было, а параметры социального взаимодействия крысы с мышью достоверно не изменились.

*Работа выполнена на оборудовании ЦКП ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» «Экспериментальная физиология и биофизика».*

*Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках инициативной части государственного задания № 6.5452.2017/8.9 Минобрнауки России в сфере научной деятельности темы «Временная организация физиологических систем человека и животных: феноменология и механизмы генерации и регуляции микро- и мезоритмов».*

**Список литературы**

1. Haller J. Normal and abnormal aggression: human disorders and novel laboratory models / J. Haller, M. R. Kruk // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. – 2006. – Vol. 30, No 3. – P. 292–303.
2. Wersinger S.R. Vasopressin V1b receptor knockout reduces aggressive behavior in male mice / S.R. Wersinger, E. I. Ginns, A. M. O'Carroll [et al.] // *Molecular psychiatry*. – 2002. – Vol. 7, No 9. – P. 975–984.
3. Бек У. Общество риска. На пути к другому модерну / Пер. с нем. В. Седельника, Н. Федоровой. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. – 384 с.
4. Трошина Н. В. Проблема деструктивности и агрессии: социально-философский аспект / Н. В. Трошина // *Теория и практика общественного развития*. – 2014. – № 9. – С. 20–22.
5. Кудрявцева Н. Н. Социобиология агрессии: мыши и люди / Кудрявцева Н. Н. // *Химия и жизнь* – XXI век. – 2004. – № 5. – С. 13–17.
6. Сподобаев Ю. М. Основы электромагнитной экологии / Ю. М. Сподобаев, В. П. Кубанов. – Москва: Радио и связь, 2000. – 240 с.
7. Trofimov A. V. Dynamics of blood values in experimental geomagnetic deprivation (in vitro) reflects biotropic effects of natural physical factors during early human ontogeny / A. V. Trofimov, E. V. Sevostyanova // *Bulletin of experimental biology and medicine*. – 2008. – Vol. 146, No 1. – P. 100–103.
8. Panasyuk M. Hypo-Magnetic Problems of the Deep Space Missions / M. Panasyuk, A. Spassky, K. Trukhanov // *Journal of Astrobiology & Outreach*. – 2014. – Vol. 2, No 3. – P. 1000e106.
9. Asashima M. Magnetic shielding induces early developmental abnormalities in the newt, *Synops pyrhogaster* / M. Asashima, K. Shimada, C. J. Pfeiffer // *Bioelectromagnetics*. – 1991. – Vol. 12, No 4. – P. 215–224.
10. Ходанович М. Ю. Влияние долговременного ослабления геомагнитного поля на агрессивность лабораторных крыс и активацию опиоидергических нейронов / М. Ю. Ходанович, Е. В. Гуль, А. Е. Зеленская [и др.] // *Вестник Томского государственного университета. Биология*. – 2013. – № 1 (21). – С. 146–160.
11. Темуриянц Н. А. Участие опиоидной системы в изменении агрессивного поведения крыс в условиях электромагнитного экранирования / Н. А. Темуриянц, К. Н. Туманянц, А. С. Костюк [и др.] // *Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: «Биология, химия»*. – 2014. – Т. 27 (66), № 3. – С. 160–168.
12. Темуриянц Н. А. Электромагнитное экранирование изменяет агрессивность крыс / Н. А. Темуриянц, Д. Р. Хусаинов, К. Н. Туманянц [и др.] // VII Международный конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине», 07–11 октября 2015 г.: Санкт-Петербург: тез. докл. – VII Международный конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». Научные труды конгресса. – СПб.: Оккервиль, 2015. – Т. 7. – С. 198.
13. Темуриянц Н. А., Влияние экзогенного мелатонина на развитие внутри- и межвидовой агрессивности крыс при умеренном электромагнитном экранировании / Н. А. Темуриянц, К. Н. Туманянц, Е. Н. Чуян [и др.] // *Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Серия: «Биология, химия»*. – 2016. – Т. 2, № 1 (68). – С. 97–107.
14. Туманянц К. Н. Поведение крыс при умеренном электромагнитном экранировании / К. Н. Туманянц, Е. Н. Чуян, Д. Р. Хусаинов [и др.] // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2016. – № 1–2. – С. 199–203.
15. Девицин Д. В. Динамика физиологических характеристик и эмоционально-поведенческой реактивности животных в преформированной геомагнитной среде / Д. В. Девицин, Н. А. Пальчикова, А. В. Трофимов [и др.] // *Бюлл. СО РАМН*. – 2005. – № 3. – С. 71–77.
16. Кривова Н. А. Повышение агрессивности крыс при экспозиции в условиях гипогеомагнитного поля / Н. А. Кривова, К. А. Труханов, Т. А. Замошина [и др.] // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. – 2008. – Т. 42, № 6-1. – С. 30–32.
17. Походзей Л. В. Гипогеомагнитные условия как неблагоприятный фактор производственной среды: дис. ... доктора мед. наук: 14.00.50 / Л. В. Походзей. – М.: ГУ «Научно-исследовательский институт медицины труда РАМН», 2004. – 190 с.
18. Рябов Ю. Г. Концепция восстановления геомагнитного поля в экранированных объектах / Ю. Г. Рябов, Г. В. Ломаев, Д. С. Кулешова // *Технологии электромагнитной совместимости*. – 2010. – № 4. – С. 35–43.

19. Yoshimura H. Mouse-killing and hyperemotionality in rats induced by three different kinds of experimental manipulations: A comparative study. / H. Yoshimura, S. Ueki // *Physiological Psychology*. – 1981. – Vol. 9, No 3. – P. 269–275.
20. Heihachiro A. Aggressive behavior of the rat induced by repeated administration of cadmium / A. Heihachiro, S. Ayako, S. Yasutomo // *Toxicology letters*. – 1981. – Vol. 7, No 6. – P. 457–461.
21. Karli P. Role of the amygdala in the control of “mouse-killing” behavior in the rat // *The neurobiology of the amygdala* / B. E. Eleftheriou / P. Karli, M. Vergnes, F. Eclancher [et al.]. – New York: Plenum Press, 1972. – P. 553–580.
22. Karli P. The Norway rat's killing response to the white mouse: an experimental analysis / P. Karli // *Behaviour*. – 1956. – Vol. 10, No 1. – P. 81–102.
23. Whalen R. E. The development of the mouse-killing response in rats / R. E. Whalen, H. Fehr // *Psychonomic Science*. – 1964. – Vol. 1, Iss. 1–12. – P. 77–78.

## INFLUENCE OF MODERATE ELECTROMAGNETIC SHIELDING ON EXPLORATORY BEHAVIOR AND INTERSPECIFIC AGGRESSION IN RATS

*Chajka A. V.<sup>1</sup>, Sheikhametova N. N.<sup>1,2</sup>, Nikitina Yu. O.<sup>1</sup>, Rakhlev A. A.<sup>1,3</sup>,  
Khusainov D. R.<sup>1</sup>, Tumanyants K. N.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation*

<sup>2</sup>*Dzhankoy central district hospital, Dzhankoy, Crimea, Russia*

<sup>3</sup>*Feodosiya Medical Center, children's hospital with a children's polyclinic, Feodosiya, Crimea, Russia*

*E-mail: andrew.chajka@yandex.ru*

Aggression is an evolutionarily ancient behavior, which is an indispensable tool for survival, both for a particular individual and for the species as a whole. However, this is also one of the serious health problems, because aggression is a symptom of various neurological and psychiatric disorders in children and adults, including Alzheimer's and other forms of dementia, schizophrenia and craniocerebral trauma. In addition, the problem of aggression is also relevant in the social context – it has become one of the main ways of expressing contradictions that arise both between people, groups of people, and directly in the society itself. Still no generation of people has not managed without wars, massacres, violence, robbery, destruction of material and spiritual values. That is why it is important to study the problem of aggression, namely, how to prevent the development of pathological aggressiveness or correct it.

Medico-biological studies have shown that living organisms cannot function normally without natural electromagnetic fields (EMF). At the same time, the natural geomagnetic field (GMF) in modern cities undergoes considerable distortion under the influence of numerous ferro-concrete structures and technogenic EMFs: local hyper- and hypomagnetic fields appear that have a negative impact on the functioning of living organisms. Nowadays, the increased interest in the effect of weakened GMF on the human and animal organism is also dictated by the rapid development of the aerospace area and the real prospect of regular space flights.

Previous studies of our laboratory showed an increase in both intraspecific and interspecific aggression under the effect of a 10-day moderate electromagnetic shielding (EMS), which is characterized by a particular rhythmic variability. At the same time, a number

of authors point out the advisability of conducting longer studies using a hypomagnetic surroundings to better understand how EMS affects people exposed to chronic exposure of this factor, for example, during space flights, being in shielding conditions – the subway, the cabin of sea vessels, military equipment. Therefore, the purpose of our study is to determine the effect of 21-day EMS on interspecific aggression in rats.

The studies were carried out on 16 white outbred male rats weighing 220–250 g. After we were recorded a background level of interspecies aggressions and exploratory behavior, rats were divided into two groups: "control" and "EMS" (n = 8 in each). Then, the EMS group underwent a 21-day moderate shielding, every day for 24 hours, except when the cages were cleaned (once a week to avoid additional stress) within 30 minutes outside the hypomagnetic environment. The control group was kept in standard vivarium conditions. On the 21st day, the behavior of the animals was re-registered.

The behavior of the rats was evaluated in the "reaction on mouse" test: the animals were placed at opposite ends of the round "Open Field" (97x42 cm, "Open Science") for 5 min, during which the video was monitored for the contact of the experimental rat with the mouse. The number of murders and other manifestations of aggressive behavior, such as bites and the wearing of the mouse in the teeth, were recorded [11, 15]. In addition, the social interaction of the rat with the mouse was recorded: latent period of the first sniffing reaction, total numbers of sniffing, total time spent in sniffing, number of acts of persecution and their total duration. Also determined the exploratory behavior of rats: the total number of rearings and peeking in the minks.

The chronic effect of moderate EMS leads to a decrease research behavior in male rats, which manifests itself in a decrease in the number of mink peeking by 43 % (p<0.05) with respect to control, and 53 % (p<0.05) compared with background level of this indicator. Aggressive behavior was not founded, and the parameters of social interaction of the rat with the mouse did not change significantly.

**Keywords:** interspecific aggression, muricide, electromagnetic shielding, exploratory behavior, rats.

## References

1. Haller J., & Kruk M. R. (2006). Normal and abnormal aggression: human disorders and novel laboratory models. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, **30** (3), 292-303.
2. Wersinger S. R., Ginns E. I., O'carroll A. M., Lolait S. J., & Young III, W. S. (2002). Vasopressin V1b receptor knockout reduces aggressive behavior in male mice. *Molecular psychiatry*, **7**(9), 975.
3. Beck, U. *Risk society: Towards a new modernity*. Theory, culture & society (Vol. 17) (Sage Publications, London, Newbury Park, New Dehli, 1992), 260 pp.
4. Troshina N. V. (2014). The problem of destructiveness and aggression: socio-philosophical aspect. *Theory and practice of social development*, **9**, 20-22.
5. Kudryavtseva N. N. (2004). Sociobiology of aggression: the mice and the man. *Chemistry and life – XXI century*, **5**, 13-17.
6. Spodobayev Yu. M., Kubanov V. P. *Fundamentals of electromagnetic ecology* (Radio and Communication, Moscow, 2000), 240 pp.
7. Trofimov A. V., & Sevostyanova E. V. (2008). Dynamics of blood values in experimental geomagnetic deprivation (in vitro) reflects biotropic effects of natural physical factors during early human ontogeny. *Bulletin of experimental biology and medicine*, **146**(1), 100-103.
8. Panasyuk M., Spassky A., & Trukhanov K. (2014). Hypo-Magnetic Problems of the Deep Space Missions. *Journal of Astrobiology & Outreach*, **2**(3), 1000e106.

9. Asashima M., Shimada K., & Pfeiffer C. J. (1991). Magnetic shielding induces early developmental abnormalities in the newt, *Cynops pyrrhogaster*. *Bioelectromagnetics*, 12(4), 215-224.
10. Khodanovich M. U., Gul E. V., Zelenskaya A. E., Pan E. S., Krivova N. A. (2013). Effect of long-term weakening of the geomagnetic field on the aggressiveness of laboratory rats and activation of opioidergic neurons. *Bulletin of the Tomsk State University. Biology*, 1(21), 146-160.
11. Temuryants N. A., Tumanants K. N., Kostyuk A. S., Khusainov D. R., Cheretaev I. V., Chajka A. V. (2014). The participation of the opioid system in modifying aggressive behavior of rats in conditions of electromagnetic shielding. *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, 27 (3), 160-168.
12. Temuryants N. A., Khusainov D. R., Tumanants K. N., Kostyuk A. S., Cheretaev I. V., Yarmolyuk N. S., Chajka A. V. (2015). Electromagnetic shielding alters aggressive behaviour of rats. *Scientific Works of the International Congress "Weak and Superweak Fields and Radiation in Biology and Medicine"*, 7, 198.
13. Temuryants N. A., Tumanants K. N., Chuyan E. N., Khusainov D. R., Cheretaev I. V., Chajka A. V., Yarmolyuk N. S. (2016). Effect of exogenous melatonin on the development of intraspecific and interspecific aggression in rats under moderate electromagnetic shielding. *Scientific Notes of V. I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, 2 (1), 97-107.
14. Tumanants K. N., Chuyan E. N., Khusainov D. R., Kostyuk A. S., Yarmolyuk N. S., Cheretaev I. V., Chajka A. V. (2016). Behavior of rats under influence of long-term electromagnetic shielding. *International journal of applied and fundamental research. Biological sciences*, 1-2, 199-203.
15. Devitsin D. V., Palchikova N. A., Trofimov A. V., Selyatitskaya V. G. & Kaznacheev V. P. Dynamics of physiological characteristics and emotional-behavior reactivity of animals in preformed geomagnetic environment. *Bulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo centra*, 3, 71 (2005).
16. Krivova N. A., Trukhanov K. A., Zamoshchina T. A., Khodanovich M. Yu., Zaeva O. B., Sukhanov D. Ya., Tukhvatulin R. T., Sushko V. P., Mizina T. Yu. (2008). Growth of rat's aggressiveness during exposure in hypo-geomagnetic field. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina*, 42 (6-1), 30-32.
17. Pokhodzey L. V. *Hypogeomagnetic conditions as an unfavorable factor of the working environment*: dissertation for the degree of Grand PhD in biological sciences (Research Institute of Occupational Health, Moscow, 2004), 190 pp.
18. Ryabov Yu. G., Lomaev G. V., Kuleshova D. S. (2010). Idea of geomagnetic field recovery in screened objects. *Technologies of electromagnetic compatibility*, 4, 35-43.
19. Yoshimura H., & Ueki S. (1981). Mouse-killing and hyperemotionality in rats induced by three different kinds of experimental manipulations: A comparative study. *Physiological Psychology*, 9(3), 269-275.
20. Heihachiro A., Ayako S., & Yasutomo S. (1981). Aggressive behavior of the rat induced by repeated administration of cadmium. *Toxicology letters*, 7(6), 457-461.
21. Karli P., Vergnes M., Eclancher F., Schmitt P., & Chaurand J. P. (1972). Role of the amygdala in the control of "mouse-killing" behavior in the rat. In *The neurobiology of the amygdala* (pp. 553-580). Springer US.
22. Karli P. (1956). The Norway rat's killing response to the white mouse: an experimental analysis. *Behaviour*, 10(1), 81-102.
23. Whalen R. E., & Fehr H. (1964). The development of the mouse-killing response in rats. *Psychonomic Science*, 1(1-12), 77-78.