

РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА

Н.В. Чуешова

Государственное научное учреждение «Институт радиобиологии НАН Беларуси»,
Гомель, Беларусь, e-mail: natalya-chueshova@tut.by

Резюме. Проведен цикл исследований на белых крысах линии Вистар (общее количество животных – 2000) с целью комплексной оценки морфофункциональных изменений в репродуктивной системе, в условиях воздействия низкоинтенсивного электромагнитного излучения от мобильного телефона (897, 1745 МГц, ППЭ 0,2-20 мкВт/см²) на различных этапах постнатального и антенатального развития. Полученные данные свидетельствуют об угнетении генеративной функции, что дает основание полагать о влиянии данного фактора на снижение мужской фертильности.

Ключевые слова. Электромагнитное излучение, мобильный телефон, крысы самцы, репродуктивная система, сперматогенез, рождаемость, поколения.

REPRODUCTIVE SYSTEM AS A CRITERION FOR ASSESSING THE DANGERS OF ELECTROMAGNETIC RADIATION FROM A MOBILE PHONE

N.V. Chueshova

Institute of Radiobiology of the National Academy of Sciences of Belarus, Gomel,
Republic of Belarus, e-mail: natalya-chueshova@tut.by

Abstract. A series of studies was carried out using approximately 2,000 white Wistar rats to comprehensively assess morphofunctional changes in the male reproductive system under the influence of low-intensity electromagnetic radiation from a mobile phone (897, 1745 MHz, power density 0,2–20 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) at various stages of postnatal and antenatal development. The obtained data indicate inhibition of the generative function, which gives reason to believe that this factor affects the decrease in male fertility.

Keywords. Electromagnetic radiation, mobile phone, male rats, reproductive system, spermatogenesis, fertility, generations

Актуальность. Теоретической предпосылкой для проведения наших исследований явилось наблюдаемое ухудшение репродуктивного здоровья современного мужчины. Согласно отчетам ВОЗ, каждая седьмая супружеская пара является бесплодной, и у 40-50% пар бесплодие связано с «мужским фактором», проявляющимся отклонениями в параметрах эякулята. Поиск причин, приводящих к мужской инфертильности является одной из основных задач ученых. Известно негативное влияние на процесс сперматогенеза таких факторов как стресс, курение, ионизирующая радиация и химические вещества.

Изучение состояния репродуктивной системы имеет определяющее значение для оценки влияния электромагнитных полей радиочастот на организм, поскольку данная система находится под непосредственным контролем нейроэндокринной регуляции и ее неспецифическая реакция сигнализирует о нарушении гомеостаза всего организма. Комплексная оценка морфофункционального состояния мужской репродуктивной системы при воздействии ЭМИ от МТ актуальна и имеет не только важное прикладное значение для биологии и медицины при ранней диагностике патологий, но и

полученные результаты позволят обобщить имеющиеся у разных ученых кардинально различающихся точек зрения на механизм его действия и вытекающих отсюда различий в санитарно-гигиенических безопасных уровнях воздействия, рекомендованных в разных странах.

Целью настоящей работы – комплексная оценка морфофункциональных изменений в репродуктивной системе (РС) крыс-самцов, подвергнутых влиянию электромагнитного излучения от мобильного телефона (ЭМИ от МТ 900, 1745 МГц, ППЭ 0,2-20 мкВт/см²) различной продолжительности воздействия и в поколении.

Материалы и методы. Исследования *in vivo* выполнены на белых крысах самцах и самках (общей численностью, примерно, 2000 животных) в соответствии с целями и задачами выполняемых работ в рамках тем Государственных программ научных исследований (ГПНИ) на 2011-2020 гг.

Принимая во внимание тот факт, что репродуктивная система претерпевает значительные изменения с момента рождения животного и до состояния его половой зрелости, в первой серии экспериментов животных, начиная с 50-52 дневного возраста и до достижения ими возраста 140-142 дня, подвергали воздействию ЭМИ от МТ на частотах 897 и 1745 МГц. Комплексный анализ состояния РС самцов крыс проводили на 1 и 30 сутки после прекращения воздействия ЭМИ от МТ на протяжении 1, 7, 30, 60 и 90 суток.

Вторая серия экспериментов была посвящена изучению хронического влияния ЭМИ от МТ на рождаемость и морфофункциональное состояние РС крыс-самцов в поколении F₁ в условиях воздействия ЭМИ от МТ на частоте 897 МГц, и трех поколений (F₁-F₃), подвергавшихся экспозиции в ЭМП от МТ на частоте 1745 МГц.

Третьим этапом наших исследований явилось изучение последствий воздействия ЭМИ от МТ (1745 МГц) на морфофункциональное состояние РС потомства крыс-самцов в возрасте 2-ва и 4-ре месяца, рожденных от родителей, один из которых или оба были подвергнуты воздействию исследуемого фактора на протяжении трех месяцев их постнатального развития начиная с возраста 50-52 дня.

Каждой экспериментальной группе (n=6-8) соответствовал контроль (n=6-8) – животные аналогичного возраста. В сыворотке крови определяли содержание тестостерона и кортикостерона. В ткани гипоталамуса проводили анализ нейромедиаторов. В клеточной суспензии, полученной из тестикулярной ткани, проводили количественный анализ различных типов сперматогенных клеток методом проточной цитометрии. Проводили подсчет количества эпидидимальных сперматозоидов их жизнеспособности и число апоптотических форм.

Источником ЭМИ являлся МТ распространенной марки, подключенный к компьютеру с сервисной программой WinTesla как описано в [1-5]. Плотность потока электромагнитной энергии измерялась прибором ПЗ-41 и находилась в пределах 0,2–20,0 мкВт/см², (в зависимости от удаленности от антенны МТ), составляя в среднем – 7,5±0,3 мкВт/см².

Результаты и их обсуждение. При анализе полученных данных мы пришли к заключению, что характер выявленных морфофункциональных изменений в репродуктивной системе крыс-самцов, подвергнутых воздействию низкоинтенсивного ЭМИ от МТ в значительной мере, зависит от длительности экспозиции и возраста животных.

Так, воздействие ЭМИ от МТ на организм крыс-самцов в период их полового созревания приводит к наиболее значительным изменениям в развивающейся репродуктивной системе, характеризующиеся увеличением массы эпидидимисов и семенных пузырьков, развитием изменений в процессе сперматогенеза, проявляющиеся угнетением пролиферативной активности (снижение количества сперматогоний) и активацией дифференцировки клеток сперматогенного эпителия – сперматид, сопровождаемое значительным увеличением количества эпидидимальных сперматозоидов (раннее половое созревание), при снижении их жизнеспособности на фоне снижения концентрации тестостерона в сыворотке крови.

Установлено нарушение процессов синтеза стероидных гормонов, а также некоторых нейромедиаторов, которое можно объяснить чувствительностью рецепторов гипоталамо-гипофизарно-тестикулярной оси при длительном воздействии низкоинтенсивного ЭМИ от МТ.

Хроническое воздействие ЭМИ от МТ (ежедневно, 8 час/день) на организм крыс-самцов и самок в период их постнатального и антенатального периода, на протяжении трех поколений, приводит к падению рождаемости животных и изменению соотношения полов в сторону увеличения доли самцов. У крыс-самцов полученного потомства F₁₋₃ в возрасте 2, 4 и 6 месяца выявлены изменения в состоянии репродуктивной системы, наиболее значительные в возрасте 2-го месяца.

Нами получены уникальные данные, которые характеризуют ЭМИ от МТ как фактор способный вызывать отдаленные (трансгенерационные) изменения в морфофункциональном состоянии репродуктивной системы поколения крыс-самцов, рожденных от родителей, подвергавшиеся воздействию исследуемого фактора на протяжении их постнатального развития. Данные изменения проявляются в нарушении нормального функционирования сперматогенного эпителия, а именно имело место интенсификация начального этапа сперматогенеза при значительном его угнетении на стадии трансформации сперматид. Установлено снижение количества зрелых половых клеток – сперматозоидов и выраженное ухудшение их жизнеспособности, а также усиление секреции тестостерона.

Выводы. Комплекс выявленных нарушений в морфофункциональном состоянии репродуктивной системы крыс-самцов свидетельствует об угнетении ее функции в условиях воздействия низкоинтенсивного ЭМИ от МТ, что может быть фактором, влияющим на снижение мужской фертильности.

Литература.

1. Верещако Г.Г. Состояние репродуктивной системы крыс-самцов первого поколения, полученных от облученных родителей и подвергнутых воздействию ЭМИ (897 МГц) в период эмбриогенеза и постнатального развития / Г.Г. Верещако, Н.В. Чуешова, Г.А. Горох, А.Д. Наумов // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2014. – Т. 54, № 2. – С. 186–192.
2. Верещако Г.Г. Реакция органов репродуктивной системы и эпидидимальных сперматозоидов крыс на электромагнитное излучение от мобильного телефона (1800 МГц) различной продолжительности / Г.Г. Верещако, Н.В. Чуешова // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2017. – Т. 57. – № 1. – С.71–76.
3. Григорьев Ю.Г. Состояние репродуктивной системы крыс-самцов в ряду поколений, полученных от облученных родителей и подвергнутых

Доклад на Всероссийской конференции
«Актуальные проблемы радиобиологии и гигиены неионизирующих излучений»
12-13 ноября 2019 года, Москва, www.bioemf.ru

электромагнитному воздействию от мобильного телефона (1745 МГц) / Ю.Г. Григорьев, Н.В. Чуешова, Г.Г. Верещако // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2018. – Т. 63, № 5(63). – С. 33–40.

4. Чуешова Н.В. Последствия длительного воздействия электромагнитного излучения частоты мобильного телефона (1745 МГц) на морфофункциональное состояние репродуктивной системы крыс-самцов и их потомство / Н.В. Чуешова, Ф.И. Висмонт // Доклады нац. акад. наук Беларуси. – 2019. – Т. 63, № 2. – С. 198–203

5. Чуешова Н.В. Влияние электромагнитного излучения от мобильного телефона (1745 МГц) на состояние репродуктивной системы крыс-самцов в период их постнатального развития / Н.В. Чуешова, Ф.И. Висмонт, И.А. Чешик // Вес. нац. акад. наук Беларусі. Сер. мед. навук. – 2019. – Т. 16, № 2. – С. 216–225.



*Государственное научное учреждение
«Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси»*

РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕКИ ОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА

Докладчик Чуешова Наталья Владимировна



«Актуальные проблемы радиобиологии и гигиены неионизирующих излучений», г. Москва



Государственное научное учреждение
«Институт радиобиологии
Национальной академии наук Беларуси»

<http://www.irb.basnet.by>

ИСТОРИЯ ИНСТИТУТА



Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси создан на базе Сектора геронтологии Академии наук БССР постановлением Президиума Академии наук БССР № 17 от 12 февраля 1987 г.



Постановлением Совета Министров БССР от 19 августа 1987г был утвержден головной организацией в республике по решению научных проблем, связанных с ликвидацией последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

Обязанности по организации института и руководства институтом были возложены на члена-корреспондента (с 1989 г. – академика) Коноплю Евгения Федоровича



В 2003 году в целях концентрации научного потенциала, занимающегося проблемами ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС в непосредственной близости к пострадавшим территориям, институт переведен из г. Минска в г. Гомель.

Направления деятельности института

Цель: разработка средств и методов продления жизни и улучшение ее качества в условиях техногенного, в том числе радиоактивного, загрязнения окружающей среды. Также разработка методов повышения резистентности сельскохозяйственных животных и экологически безопасные технологий ведения сельского хозяйства.

Направления:

- изучение механизмов биологического действия малых доз ионизирующих и неионизирующих излучений и влияния, сложившейся в регионах республики, экологической обстановки на живые организмы;
- изучение закономерностей поведения загрязняющих веществ и радионуклидов в экосистемах, включения их в трофические цепи и аккумуляции в организме;
- разработка способов и средств снижения негативного воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека.



Исследует механизмы действия малых доз ионизирующей радиации, а также электромагнитного излучения диапазона мобильной связи на регуляцию метаболических процессов и функциональное состояние важнейших систем организма ,

Лаборатория эндокринологии и биохимии



Проводит анализ ближайших и отдаленных последствий влияния радиационно-экологической обстановки зоны отчуждения ЧАЭС на потомство.

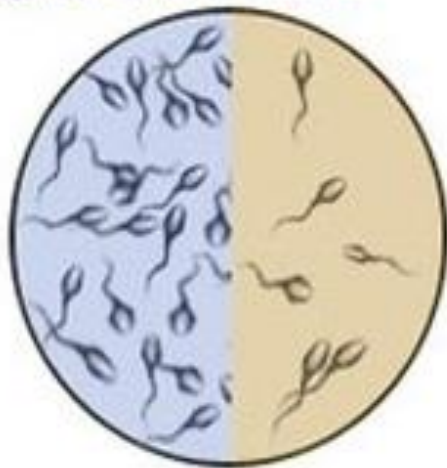


Разработка методов повышения радиорезистентности организма с помощью веществ естественного происхождения, витаминов, субстратов, антиоксидантов, а также средств и способов детоксикации организма с помощью энтеросорбентов.

КРИЗИС СПЕРМАТОЗОИДА. ПРИЧИНЫ

норма
20 млн/мл
V спермы >2 мл

концентрация
ниже
нормы



количество

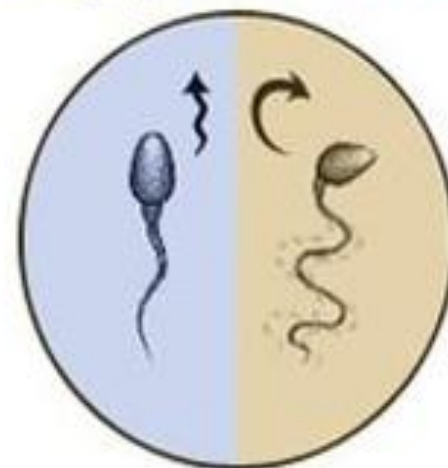
нормальная патология



форма

правильное
движение
"вперед"

движение
хаотичное
50% от всех



подвижность

ОБРАЗОВАНИЕ СВОБОДНЫХ РАДИКАЛОВ

ОЖОГИ



Лейкоциты

МЕТАБОЛИЗМ



Митохондрия

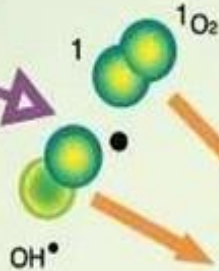
КУРЕНИЕ



ПОВРЕЖДЕНИЕ ДНК



УФ ИЗЛУЧЕНИЕ

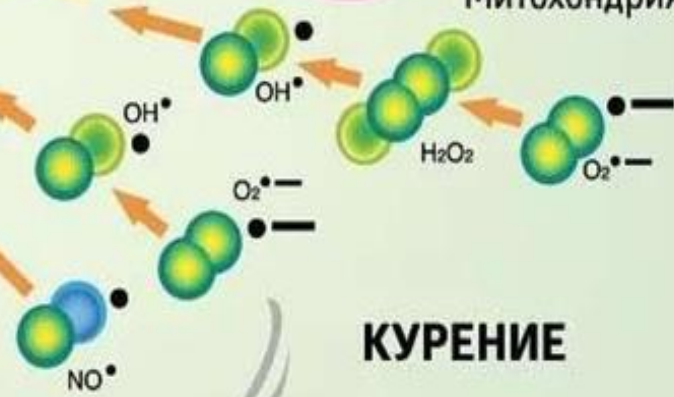


ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ



$O_3 + UV$
(in air)
UV

РАДИАЦИЯ



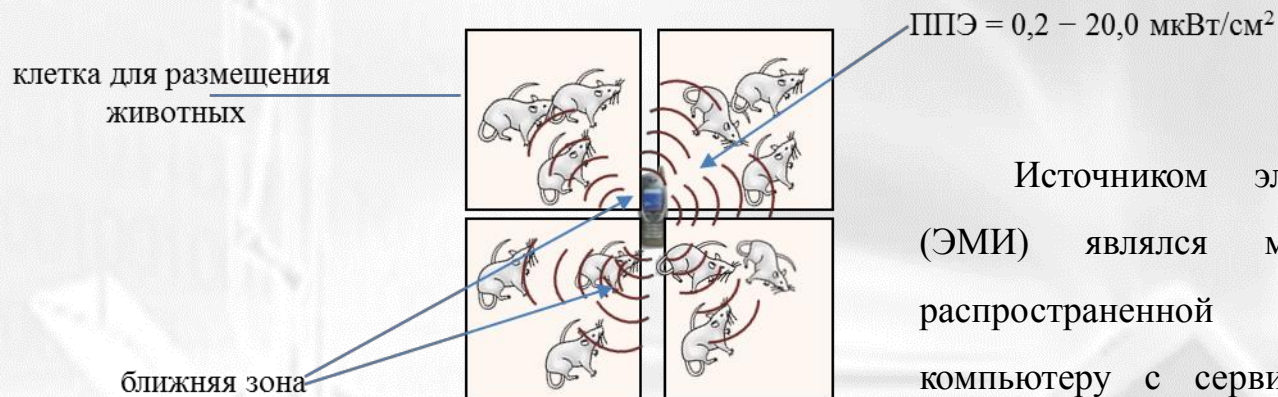
Целью настоящей работы – изучить влияние и отдаленные последствия воздействия низкоинтенсивного электромагнитного излучения от мобильного телефона (ЭМИ от МТ 900, 1745 МГц, ППЭ 0,2-20 мкВт/см²) на репродуктивную систему крыс-самцов, на различных этапах онтогенеза, и в антенатальном периоде развития.



В своих исследованиях мы преследовали следующие задачи:

- Провести анализ и дать комплексную оценку морфофункциональных изменений в репродуктивной системе крыс-самцов начиная, с периода ее формирования и развития (50-52 дня) и до достижения ими половозрелого возраста (140 дней), в условиях воздействия низкоинтенсивного электромагнитного излучения от мобильного телефона.
- Изучить влияние хронического, на протяжении 3-х поколений, воздействия ЭМИ от МТ на организм самцов и самок крыс в период их антенатального и постнатального развития, на рождаемость, а также состояние репродуктивной системы крыс-самцов рожденного потомства в возрасте 2, 4 и 6 месяцев
- Выяснить отдаленные последствия длительного (90 суток) воздействия ЭМИ от МТ на организм крыс-самцов и самок, при дальнейшем их спаривании с необлученными животными, на рождаемость, распределение по полу у полученного поколения, а также состояние репродуктивной системы потомства крыс-самцов в возрасте 2 и 4 месяца.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ УСЛОВИЯ ОБЛУЧЕНИЯ

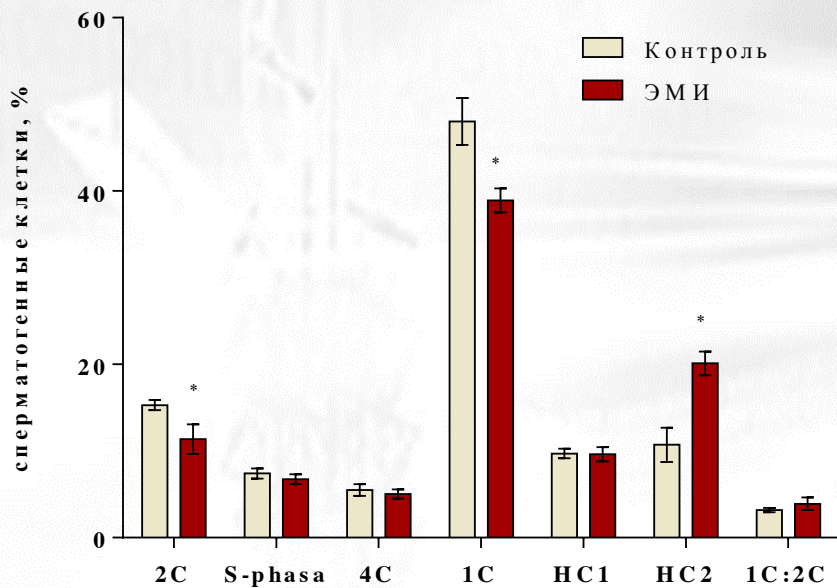
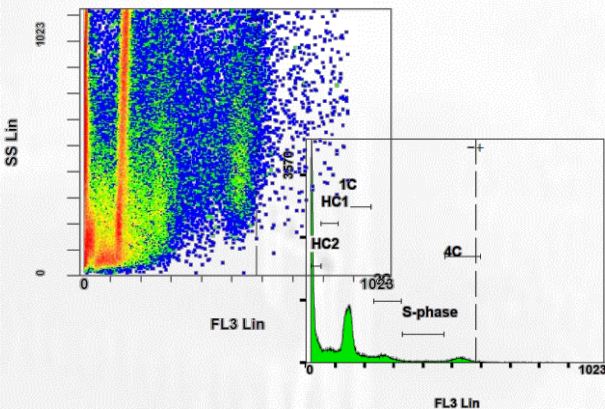


Источником электромагнитного излучения (ЭМИ) являлся мобильный телефон (MT) распространенной марки, подключенный к компьютеру с сервисной программой WinTesla, позволяющей управлять работой MT.

Условия облучения животных: несущая частота 1745 МГц, 8 час/день, фракциями по 30 мин с интервалом в 5 мин, в режиме имитации разговора, т.е. близкое по своим характеристикам к MT воздействию на пользователя стандарта GSM.

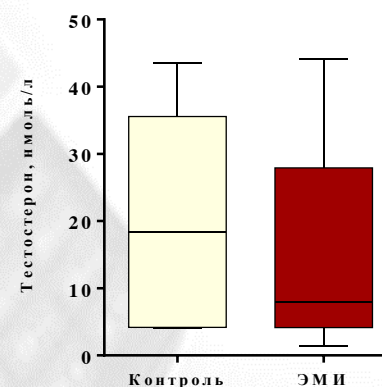
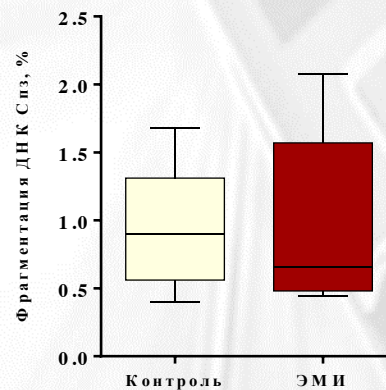
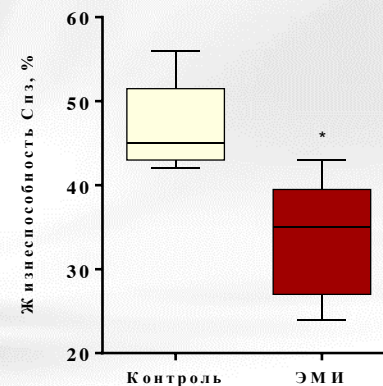
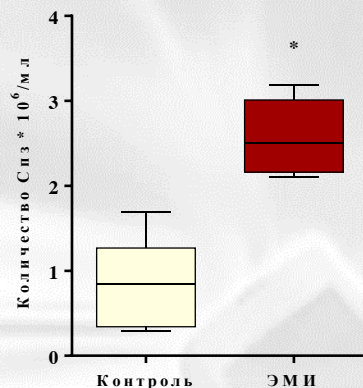
Телефон размещался в центральной части рабочей зоны (1×0,7 м), в которой находились 4 пластиковые клетки с животными. Во время облучения осуществлялся дистанционный контроль наличия электромагнитного поля. Плотность потока электромагнитной энергии (ППЭ) в клетке измерялась прибором ПЗ-41 и находилась в пределах 0,2 – 20,0 мкВт/см², (в зависимости от удаленности до антенны MT), составляя в среднем – $7,5 \pm 0,34$ мкВт/см².

Репродуктивная система крыс-самцов в условиях воздействия ЭМИ от МТ в течение 7 дней



Примечание: **2C** – сперматогонии; **S-phasa** – сперматоциты в прелептотене; **4C** – сперматоциты I порядка, **1C**, **HC1** и **HC2** – круглые, удлинённые и продолговатые сперматиды;

* – статистически значимые различия при сравнении с контролем при $p < 0,05$, критерий Mann-Whitney (U-test)

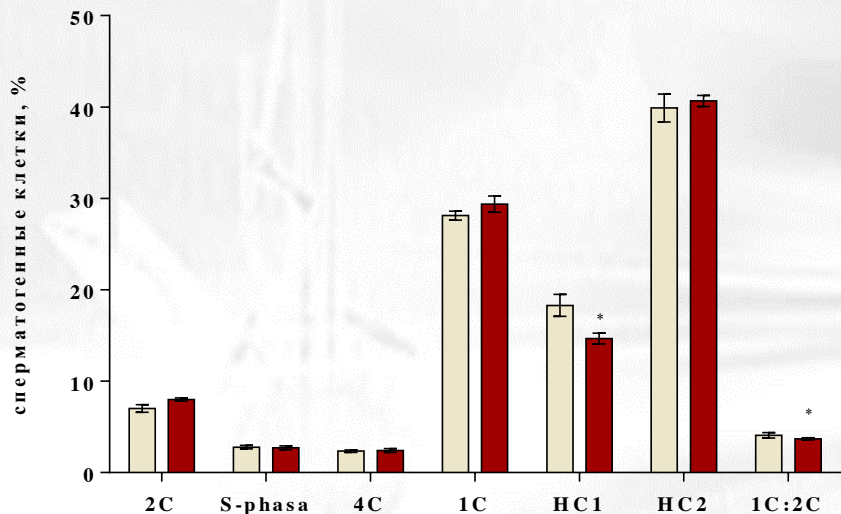


Контроль
 ЭМИ
 — Median □ 25% - 75% ▬ Min-Max

Н.В. Чуешова // Весті НАН Беларусі. Сер. мед. навук. – 2016, № 3. – С. 74-79.

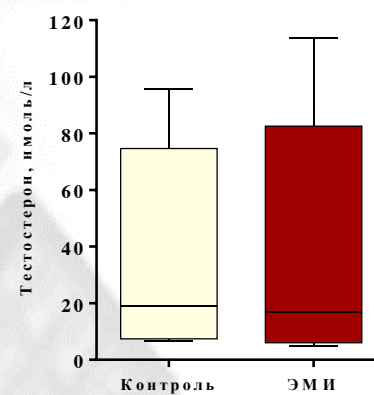
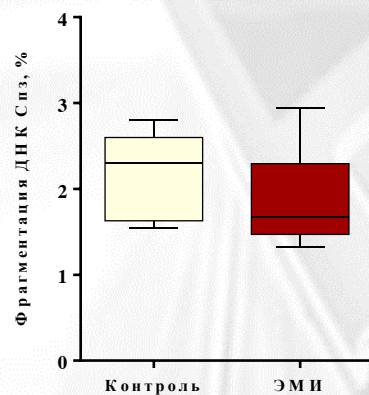
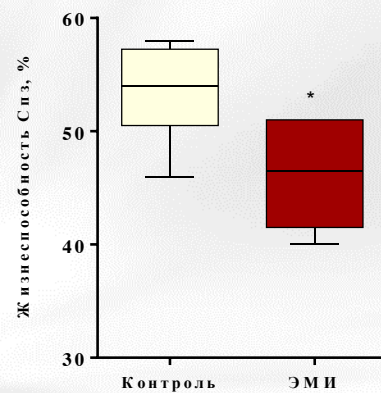
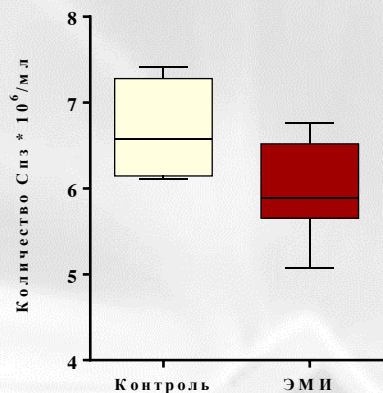
Г.Г. Верещако, Н.В. Чуешова, Н.В. Гунькова // Весті НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2012, №4. – С. 52-56.

Репродуктивная система крыс-самцов в условиях воздействия ЭМИ от МТ в течение 90 дней



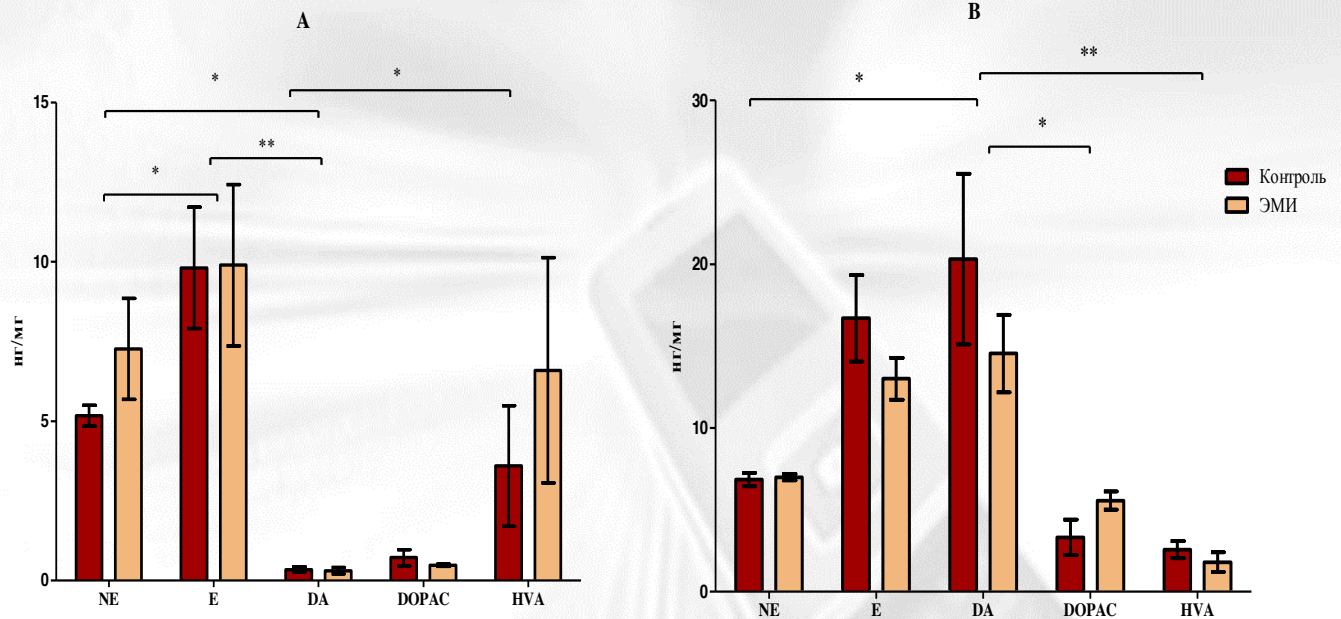
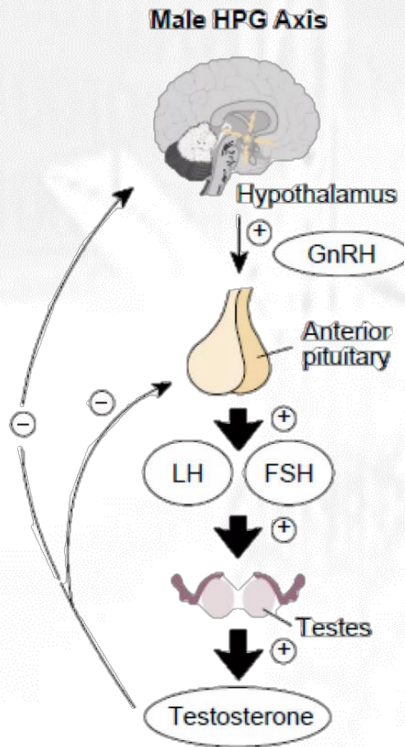
Примечание: 2C – сперматогонии; S-phasa – сперматоциты в прелептотене; 4C – сперматоциты I порядка, 1C, HC1 и HC2 – круглые, удлинённые и продолговатые сперматиды;

* – статистически значимые различия при сравнении с контролем при $p < 0,05$, критерий Mann-Whitney (U-test)



Контроль
 ЭМИ
 — Median □ 25% - 75% ± Min-Max

Уровень нейромедиаторов в ткани гипоталамуса крыс-самцов на 1 (А) 30 (В) сутки после прекращения воздействия ЭМИ от МТ на протяжении 30 дней



Примечания: NE – норадреналин, E – адреналин, DA – дофамин, DOPAC – дигидроксифенилуксусная кислота, HVA – гомованилиновая кислота * – статистически значимые отличия при сравнении групп катехоламинов при $p < 0,05$, критерий Тьюки (Tukey's test)

Влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения от мобильного телефона на рождаемость и распределение по полу в ряду поколений

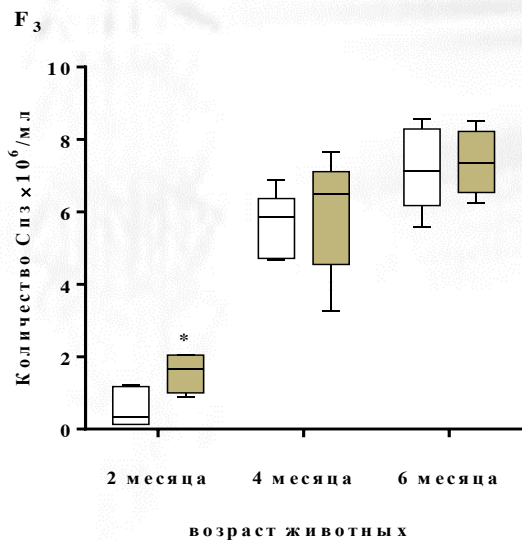
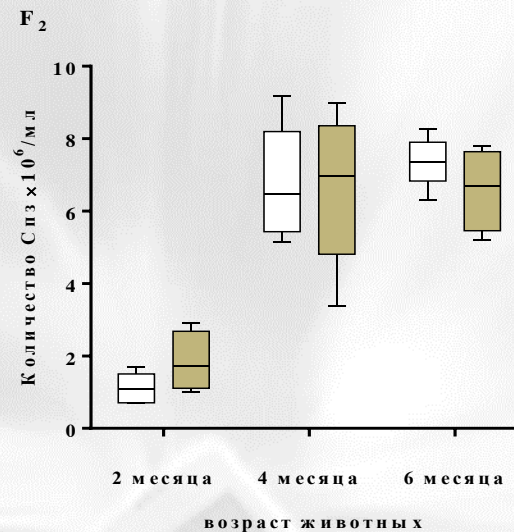
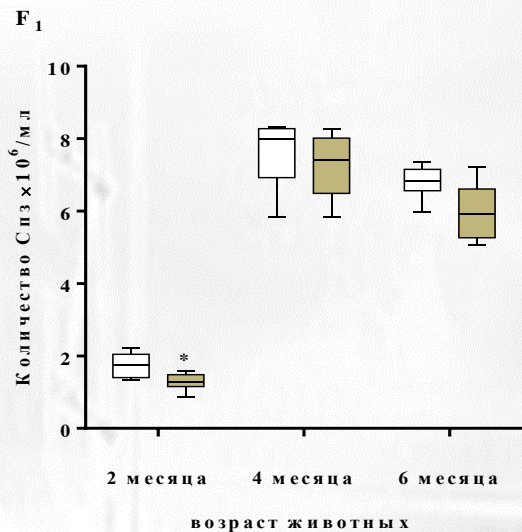
Группы животных	Количество родившихся животных	Среднее количество детенышей на самку	Распределение по полу		Соотношение полов ♂♂:♀♀
			♂♂	♀♀	
F₁ (897 МГц)					
Контроль	86	9,56±0,50	48	38	1,26
ЭМИ	64	7,11±0,77*	39	25	1,56
F₁ (1745 МГц)					
Контроль	69	8,63±0,75	31	38	0,82
ЭМИ	37	6,17±0,60*	18	19	0,94
F₂ (1745 МГц)					
Контроль	80	10,00±0,73	40	40	1,0
ЭМИ	69	8,63±0,60	38	31	1,23
F₃ (1745 МГц)					
Контроль	100	12,50±0,78	46	54	0,85
ЭМИ	45 [#]	7,50±0,62	18	18	1,0

Примечание: * – статистически значимые различия к группе животных, рожденных от необлученных родителей при $p \leq 0,05$ (критерий Mann-Whitney (U-test))

Г.Г. Верещако, Н.В. Чуешова, Г.А. Горох, А.Д. Наумов // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2014. – Т. 54, № 2. – С. 186-192.

Г.Г. Верещако, Г.А. Горох, Н.В. Чуешова, Д.В. Сухарева // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Республики Беларусь. Науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. С.И. Сычик. — Минск: РНМБ, 2017. – Вып. 27. – С. 5-9.

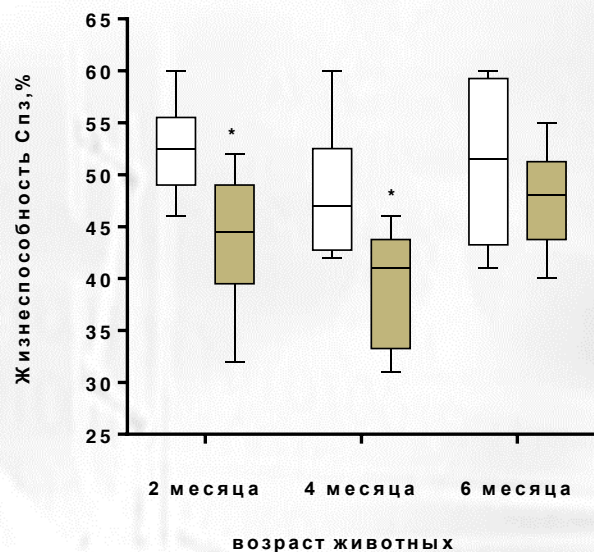
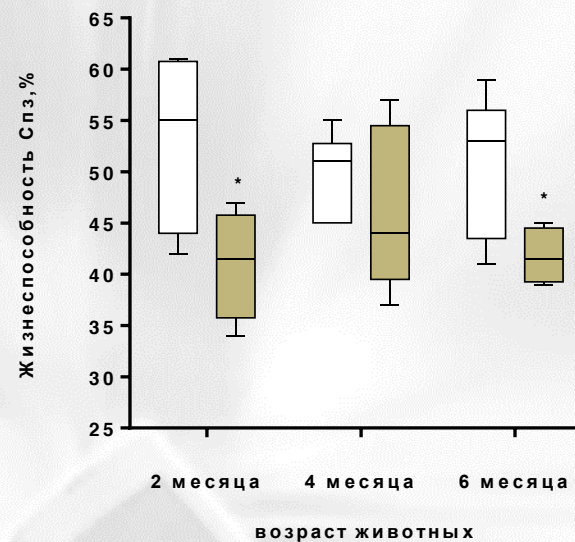
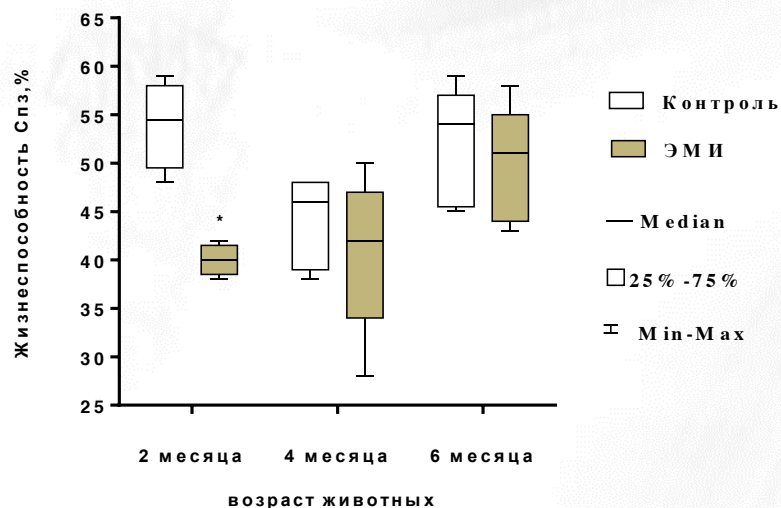
Ю.Г. Григорьев, Н.В. Чуешова, Г.Г. Верещако // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2018. – Т. 63, № 5(63). – С. 33–40.



Анализ количества сперматозоидов, выделенных из эпидидимисов крыс-самцов поколения F₁₋₃ в возрасте 2, 4 и 6 мес, подвергнутых влиянию ЭМИ МТ в период эмбрионального и постнатального развития

Примечания: Спз - сперматозоид;
* – отличия от контроля статистически значимы при $p < 0,05$, критерий Mann-Whitney (U-test)

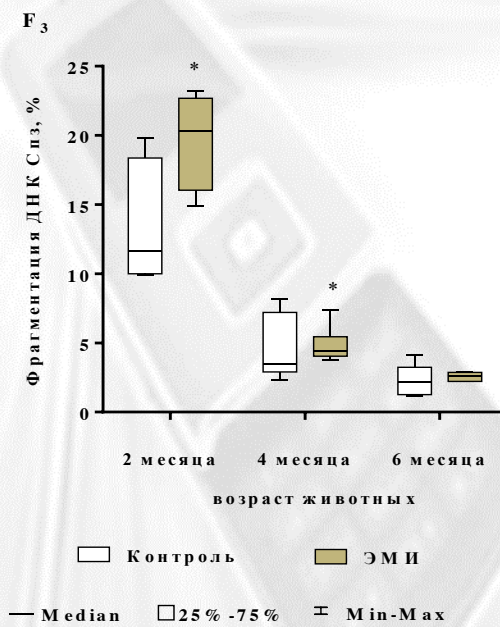
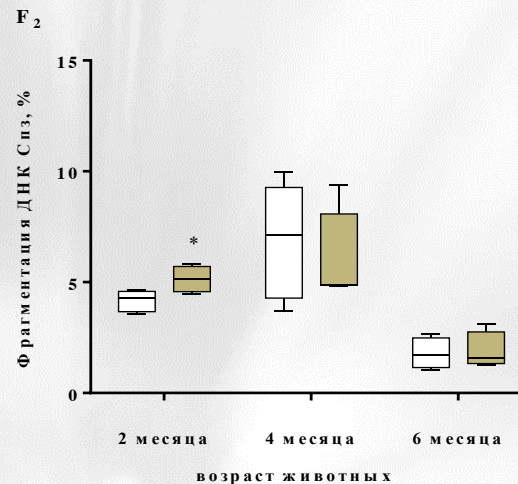
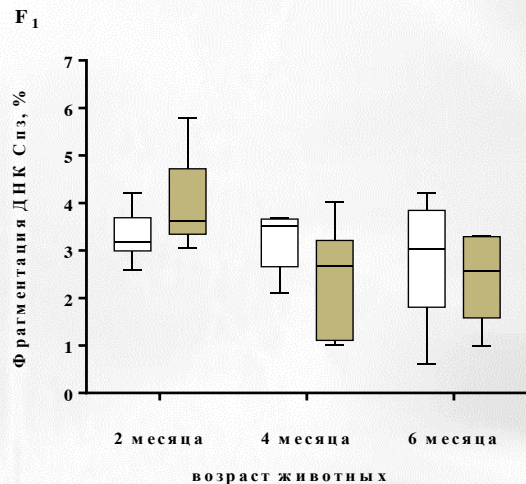
□ Контроль ■ ЭМИ
— Median □ 25% - 75% ± Min-Max

F₁**F₂****F₃**

**Жизнеспособность
эпидидимальных
сперматозоидов крыс-самцов
поколения F₁₋₃ в возрасте 2, 4 и 6
мес, подвергнутых влиянию
ЭМИ от МТ в период
эмбрионального и
постнатального развития**

Примечания: Спз - сперматозоид;

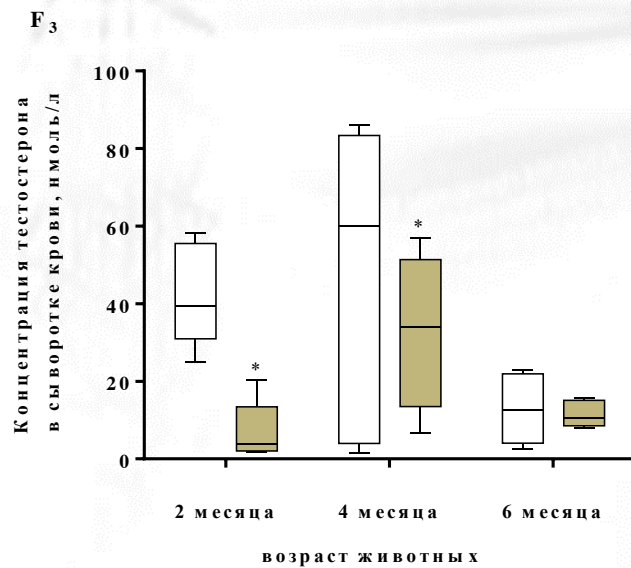
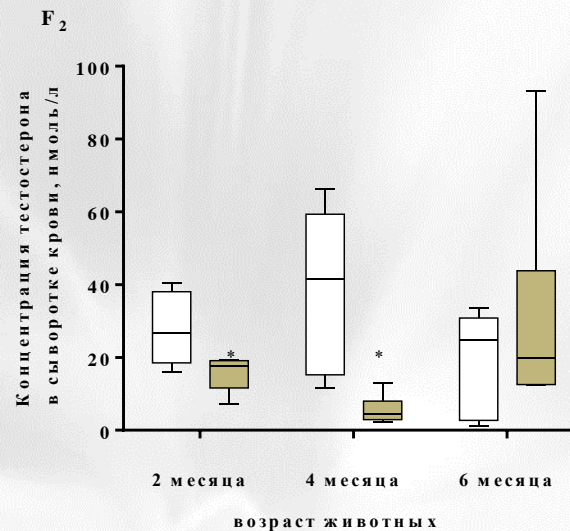
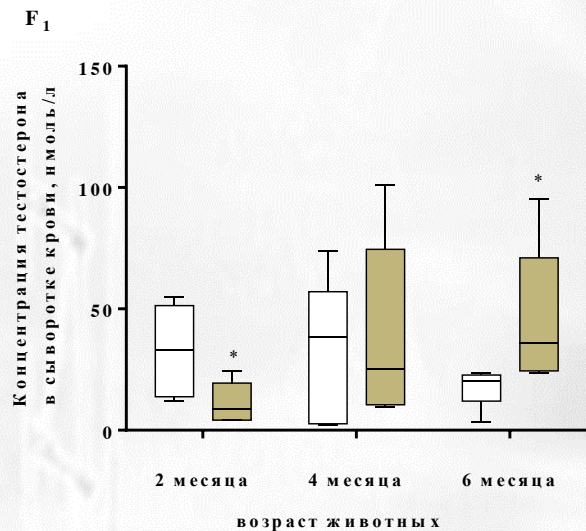
* – отличия от контроля статистически значимы при $p < 0,05$, критерий Mann-Whitney (U-test)



**Анализ фрагментации ДНК
сперматозоидов, выделенных из
эпидидимисов крыс-самцов поколения F₁₋₃
в возрасте 2, 4 и 6 мес, подвергнутых
влиянию ЭМИ от МТ в период
эмбрионального и постнатального
развития**

Примечания: Спз - сперматозоид;

* – отличия от контроля статистически значимы при $p < 0,05$, критерий Mann-Whitney (U-test)



Содержание тестостерона в сыворотке крови крыс-самцов поколения F₁₋₃ в возрасте 2, 4 и 6 мес, подвергнутых влиянию ЭМИ от МТ в период эмбрионального и постнатального развития

Примечания: Спз - сперматозоид;

* – отличия от контроля статистически значимы при $p < 0,05$, критерий Mann-Whitney (U-test)

Контроль
 ЭМИ
 — Median
 25% - 75%
 Min-Max

Рождаемость, распределение по полу и масса тела животных, полученных от родителей, подвергнутых воздействию ЭМИ от МТ при дальнейшем их спаривании в комбинировании с необлученными животными

Группы животных	Среднее количество детенышей на самку	Соотношение полов	Масса тела, г в возрасте 1 месяц	
		♂♂:♀♀	♂♂	♀♀
необл ♀ × необл ♂	10,00±1,22	0,9	83,00±2,81	81,73±3,15
обл ♀ × обл ♂	10,33±0,33	1,2	72,82±1,60*	68,50±1,22*
необл ♀ × обл ♂	9,20±1,16	1,3	79,38±1,87	75,61±2,16
обл ♀ × необл ♂	9,33±2,03	0,6	76,22±2,72	76,50±3,05

Примечание:

* - достоверно к группе спаривания необлученных животных при $p \leq 0,05$.

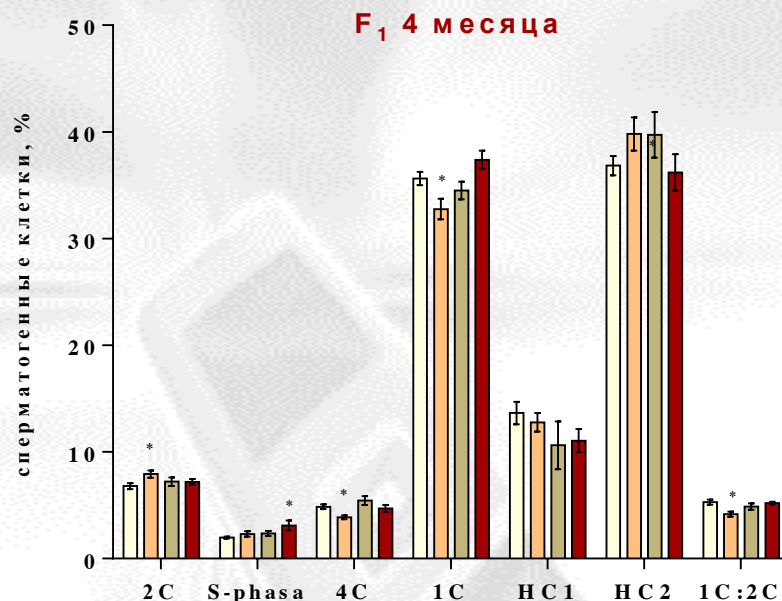
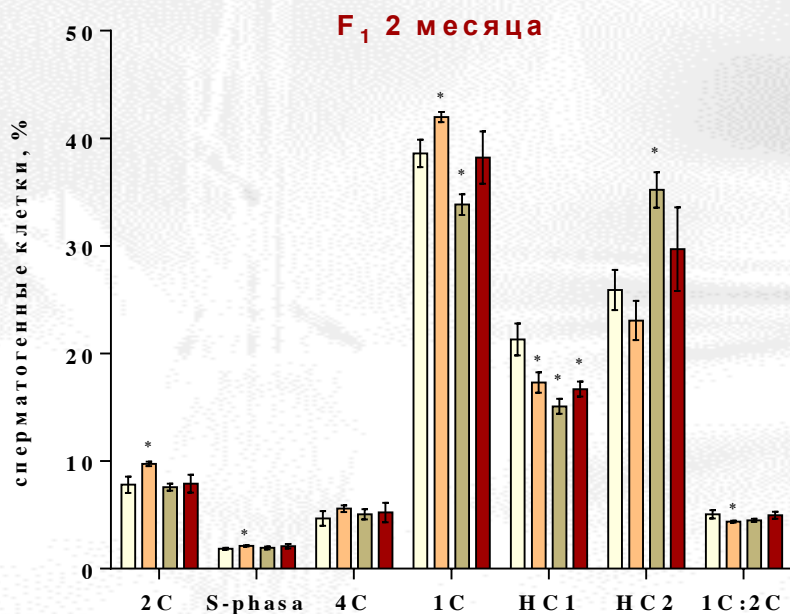
Масса тела и органов репродуктивной системы, крыс-самцов в возрасте 2 и 4 месяца, полученных от родителей, один из которых или оба были подвергнуты воздействию ЭМИ от МГ (1745 МГц)

Массовые показатели	Серии экспериментов			
	необл♀×необл♂	обл♀×обл♂	необл♀×обл♂	обл♀×необл♂
2 месяца				
Масса тела	218,86±8,27	197,71±1,43*	203,00±2,98	210,00±8,67
АМС, г	1,38±0,03	1,28±0,01*	1,41±0,07	1,30±0,04
ОМС, г	0,63±0,02	0,65±0,01	0,69±0,03	0,62±0,01
АМЭ, г	0,28±0,01	0,26±0,002*	0,28±0,02	0,26±0,01
ОМЭ, г	0,13±0,003	0,13±0,001	0,14±0,01	0,12±0,002
АМСП, г	0,35±0,02	0,38±0,01	0,34±0,03	0,37±0,03
ОМСП, %	0,16±0,01	0,19±0,01*	0,17±0,01	0,18±0,01
4 месяца				
Масса тела	333,86±6,71	326,17±7,48	337,86±9,06	364,25±10,31
АМС, г	1,69±0,02	1,61±0,03*	1,62±0,06	1,69±0,06
ОМС, г	0,51±0,01	0,49±0,01	0,48±0,01*	0,46±0,004*
АМЭ, г	0,55±0,01	0,54±0,01	0,55±0,02	0,57±0,02
ОМЭ, г	0,17±0,003	0,17±0,004	0,16±0,003	0,16±0,002
АМСП, г	1,13±0,02	1,20±0,04	1,09±0,04	1,34±0,05*
ОМСП, %	0,34±0,01	0,37±0,01*	0,32±0,01	0,37±0,02

Примечание: АМС, АМЭ и АМСП – абсолютная масса семенников, эпидидимисов и семенных пузырьков;
ОМС, ОМЭ и ОМСП – относительная масса семенников, эпидидимисов и семенных пузырьков;

*- статистически значимые различия к группе необлученных животных при $p \leq 0,05$ (Tukey's test).

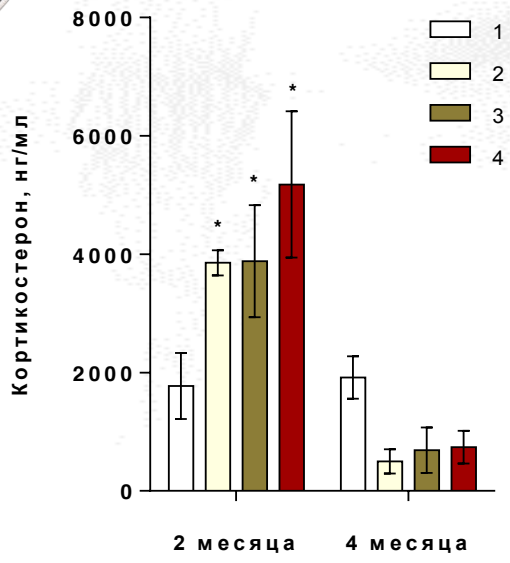
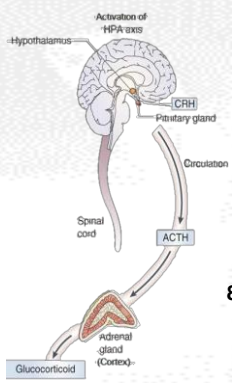
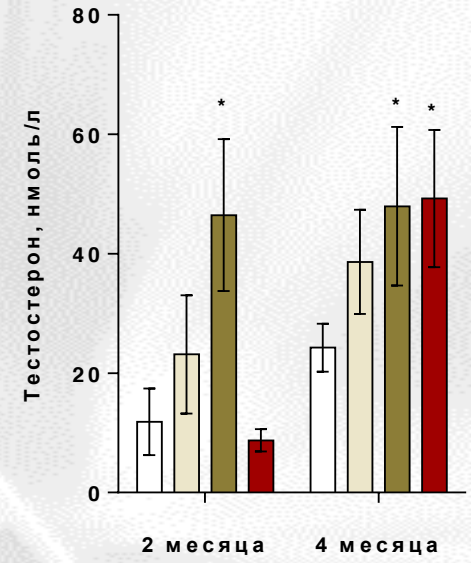
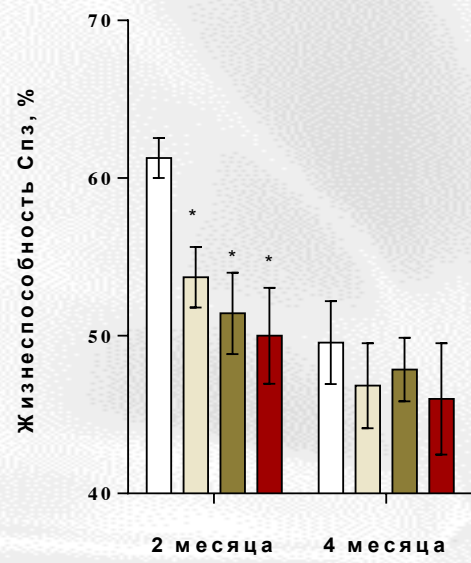
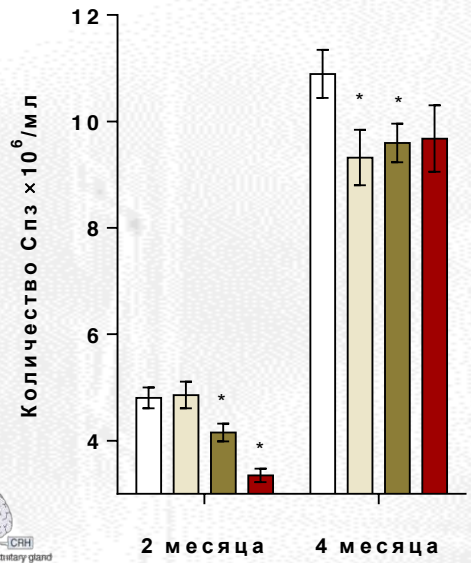
Распределение клеток сперматогенного эпителия крыс-самцов в возрасте 2 и 4 месяца, полученных от родителей, один из которых или оба были подвергнуты длительному воздействию ЭМИ от МТ (1745 МГц)



Примечание: **2C** – сперматогонии; **S-phasа** – сперматоциты в прелептотене; **4C** – сперматоциты I порядка, **1C**, **HC1** и **HC2** – круглые, удлинённые и продолговатые сперматиды;

Примечание: **1-4** группы животных:
 □ 1 - необлученные ♀ × необлученные ♂,
 ◻ 2 - облученные ♀ × облученные ♂,
 ◻ 3 - необлученные ♀ × облученные ♂,
 ◻ 4 - облученные ♀ × необлученные ♂;

* - статистически значимые различия к группе необлученных животных при $p \leq 0,05$ (Tukey's test).



Количество, жизнеспособность эпидидимальных сперматозоидов, а также концентрация тестостерона и кортикостерона в сыворотке крови крыс-самцов в возрасте 2 и 4 месяца, полученных от родителей, один из которых или оба были подвергнуты длительному (90 суток) воздействию ЭМИ от МТ (1745 МГц)

Примечание: 1-4 группы животных:
 1 - необлученные ♀ × необлученные ♂, 2 - облученные ♀ × облученные ♂,
 3 - необлученные ♀ × облученные ♂, 4 - облученные ♀ × необлученные ♂;
 * - статистически значимые различия к группе необлученных животных при $p \leq 0,05$ (Tukey's test).

ВЫВОДЫ

1. Воздействие низкоинтенсивного ЭМИ от МТ (1745 МГц, 8 час/день, ППЭ 0,2-20,0 мкВт/см²) вызывает морфофункциональные изменения в репродуктивной системе крыс-самцов, характер и выраженность которых зависит от длительности экспозиции и возраста животных.
2. Комплекс выявленных изменений в репродуктивной системе неполовозрелых животных, подвергнутых воздействию ЭМИ, генерируемого МТ, которые можно охарактеризовать как инициация сперматогенного процесса, проявляющееся ранним сперматогенезом – преждевременное половое созревание.
3. Патологические изменения в репродуктивной системе самцов в условиях длительного влияния ЭМИ от МТ связано с накопительными процессами нарушений в регуляторных системах – нервно-эндокринная регуляция, что необходимо учитывать при разработки соответствующих стандартов
4. Хроническое воздействие ЭМИ от МТ на организм в период его антенатального развития негативно сказывается на закладку и развитие эмбрионов, что приводит к снижению количества помета, изменению соотношения полов в сторону увеличения количества родившихся самцов при снижении их фертильности
5. Выявленные особенности изменений в морфофункциональном состоянии репродуктивной системы потомства крыс-самцов, рожденного от родителей подвергавшиеся длительному ЭМИ воздействию от МТ в период их постнатального развития, дают основание полагать, что данный воздействующий фактор способен вызывать трансгенерационные изменения и является фактором, приводящим к угнетению генеративной функции в поколении.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

*irb.basnet.by
natalya-chueshova@tut.by*