
РАДИОБИОЛОГИЯ НЕИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ ЗА 60 ЛЕТ: ВАЖНЕЙШИЕ ИТОГИ И АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ

Григорьев О.А.

доктор биологических наук

член Научного совета РАН по радиобиологии

Член научно-консультативного совета программы по неионизирующим излучениям ВОЗ и рабочей группы перспективного планирования IARC (2020-24), Председатель Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений



Advisory Group to Recommend Priorities for the *IARC Monographs* during 2020–2024
IARC, Lyon, France



INTERNATIONAL ADVISORY COMMITTEE MEETING ON NON-IONIZING RADIATION



ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

неионизирующие излучения = **электромагнитное** 0 Гц - 300 ГГц,
оптика, ИК и ультрафиолет, ультразвук и инфразвук

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНСТВО ПО ИССЛЕДОВАНИЮ РАКА (IARC)

электромагнитное поле радиочастот классифицировано в группе наивысших приоритетов на обновление канцер-классификации

С 1978 - ОБЪЕДИНЕННАЯ СЕКЦИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТОБИОЛОГИИ

Научных советов АН СССР по проблемам биологической физики и радиационной биологии


ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЭФФЕКТОВ ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМА В РОССИИ - НЕПРЕРЫВНО С КОНЦА XIX ВЕКА

Исследования в России медико-биологических эффектов электромагнитного поля в нашей стране непрерывно ведутся почти 130 лет.

60 лет назад исследования базировались на прочном теоретическом и методическом фундаменте.

Исследования биоэффектов электромагнетизма стали логическим продолжением исследования роли электричества в организме, его значению в функционировании нервной системы в конце 19 века.

Для перехода физиологии от электричества к электромагнетизму первостепенное значение имело последовательное формирование теории электромагнитного поля, развитие технических средств генерации. их внедрение в промышленность и медицину.


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«Российская академия наук»
(РАН)
Ленинский просп., 14, Москва, ГСП-1, 119991, Телетайп/Телекс 411095 ANS RU,
Факс (495) 954-33-20 (Ленинский просп., 14), (495) 938-18-44 (Ленинский просп., 32а)
Справочное бюро (495) 938-03-09, http://www.ras.ru

11.11.2019 № 10012-22

На № _____

Участникам
Всероссийской конференции
"Актуальные проблемы
радиобиологии и гигиены
неионизирующих излучений",
Москва, 12-13 ноября 2019 года


Уважаемые участники конференции!

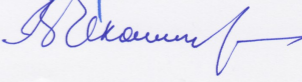
Российская академия наук приветствует участников Всероссийской конференции "Актуальные проблемы радиобиологии и гигиены неионизирующих излучений"!

Отечественная научная школа электромагнитной радиобиологии и гигиены неионизирующих излучений непрерывно развивается более 120 лет. В нашей стране разработаны первые в мире обязательные санитарные нормы электромагнитного поля для работающих на производстве и для населения в целом.

Президент
Российской академии наук
академик РАН

Виде-президент
Российской академии наук
академик РАН


А.М. Сергеев


В.П. Чехонин

ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ КАК ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДРАЖИТЕЛЬ - ГЛАВНЫЙ ВЕКТОР ПЛАНОВЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ БИОЭФФЕКТОВ ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМА С 1930Х ГОДОВ

*"... будет делом насущным пересмотреть положения электрофизиологии с точки зрения новой электромагнитной физики и учения о поле. Первоочередной задачей будет пересмотр учения о физиологическом раздражителе с точки зрения теории поля. Одним из первых камней в предстоящую работу положен **В.Я. Данилевским** его исследованиями над физиологическим действием электрических напряжений на расстоянии» Академик **А.А. Ухтомский (1933)***

«Энергетическое» или «тепловое» направление в исследованиях развивалось в неразрывной связи с рассмотрением электромагнитного поля в качестве раздражителя в ходе решения **задача построения зависимости «доза-эффект» в диапазоне от недействующих до летальных уровней.**

Ведущие лаборатории с 1895 года: В.Я. Данилевский (Императорский Харьковский университет и его советские версии); Ленинградское отделение ВИЭМ (2 отдела); ВМА, в том числе Л.А. Орбели и сотрудники, в т.ч. А.В. Лебединский; П.П. Лазарев и Институт физики и биофизики; Институты физиотерапии и курортологии, охраны и медицины труда

ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МЕД-БИО ЭФФЕКТАХ ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМА К НАЧАЛУ 1960-х

- При облучении электромагнитным полем во всем диапазоне частот нельзя противопоставлять или взаимно заменять тепловой и нетепловой эффект во всем диапазоне интенсивностей.
 - Энергия поглощается в любом случае во всех тканях, в которые проникает электрический компонент поля, в зависимости от энергетического баланса можно говорить о "тепловом" эффекте.
 - Независимо от энергии, электромагнитное поле выступает как раздражитель центральной нервной системы (ЦНС), которая ответно реагирует (на раздражитель), причем особенно выражена реакция высших отделов ЦНС, характер реакции зависит от параметров электрических колебаний: направленность реакций организма в эксперименте может быть противоположной в зависимости от способа организации сигнала (непрерывное или импульсно-модулированное).
 - Вывод о роли ЦНС согласовывался с идеями академика И.П. Павлова о роли нервной системы в анализе и уравнивании всех раздражителей от внешней и внутренней среды организма.
-

ЗАДАЧИ НАЧАЛА 1960-Х

В 1960х годах научная координация исследований в масштабах страны осуществлялась Научным советом АН СССР по кибернетике, Научным советом по проблемам биосферы и проблемными комиссиями АМН СССР.

Парадигма информационного действия

Направление фундаментальных исследований преимущественно вели в рамках кибернетического подхода, который заключался в следующем. Реакция ЦНС на изменение параметра внешней среды (по Павлову) рассматривается как восприятие информации. Соответственно, если доказана реакция ЦНС и организма на "нетепловой" уровень, то это можно называть информационным действием электромагнитного поля.

Вопрос первичного механизма восприятия ЭМП был основным предметом исследований и обсуждений в условиях отсутствия данных о специализированных рецепторах и анализаторах для восприятия ЭМП, в том числе в контексте механизмов природной ориентации и регуляции поведения. Констатировалось, что разделение перехода физиологической компенсации в патологию весьма сложна, что **требует исследования интегральных показателей, характеризующих общую реакцию организма на действие ЭМП и функций, чувствительных к его воздействию.**

ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ 1960Х-ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ 1970Х

Согласован принцип показателя вредного действия - развитие компенсаторных реакций организма, которые могут перейти в патологический процесс. На этой основе были обоснованы первые санитарные нормы для работающих с источниками военных и населения.

«Информационный подход»:

- привел к установлению чрезвычайно низких ПДУ СВЧ (для работающих, для военных - 10 мкВт/кв.см., для населения 1 мкВт/кв.см.)
- спровоцировал начало международной дискуссии об обоснованности ПДУ СССР и соцстран (1971) и обвинения со стороны США и НАТО в разработке «электромагнитного оружия» в СССР (с конца 1960х)

Понятия «физиологический раздражитель» и «информационное действие в рамках кибернетического подхода» не нашли общего базиса для обоснования механизма действия ЭМП нетепловой интенсивности

ЗАДАЧИ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ 1970Х И ПОЗЖЕ

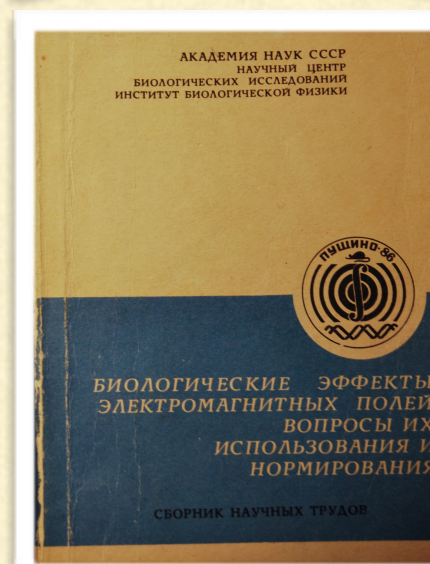
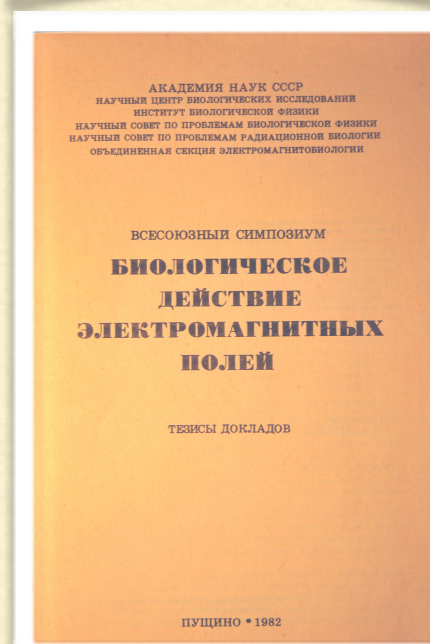
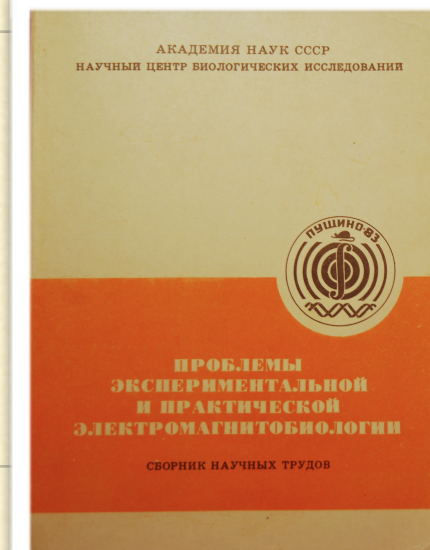
С 1978 года научная координация фундаментальных вопросов действия электромагнитного фактора на биологические объекты и совершенствование научной основы нормирования фактора поручена **Объединенной секции электромагнитобиологии** в рамках Научных советов АН СССР по проблемам биологической физики и радиационной биологии. Координационный план АН СССР "Физическая среда" **стал основой для финансирования большей части исследований.**

В 1983 году в рамках Объединенной секции были определены приоритеты:

- исследование механизмов действия на разных уровнях биологической интеграции;
 - оценка значимости наблюдаемых изменений и отнесение их к реакциям восприятия или адаптивно-компенсаторным и патологическим реакциям с анализом продолжительности сохранения наступивших изменений;
 - поиск общих закономерностей эффекта от физических параметров ЭМП;
 - определение пороговых параметров ЭМП для биологических реакций различной значимости;
 - исследование физических полей биообъектов.
-

РЕЗУЛЬТАТЫ К СЕРЕДИНЕ 1980Х

- Выполнено обобщение первичных механизмов действия ЭМП радиочастот, магнитного и электрического поля промышленной частоты и частот, близких к геомагнитным
- Обоснована теория ЭМ эксперимента на животных - видовой ряд, принципы экстраполяции и переноса энергетической нагрузки (эквивалент дозы) Исходили из того, что влияние ЭМП проявляется на субклеточном, клеточном уровне, на уровне органов и систем, на уровне организма в целом, при повышении сложности организма возрастает чувствительность к электромагнитной энергии.
- Обобщены «критерии поражения» при хроническом воздействии электромагнитного излучения - клинические, биохимические, морфологические изменения в организме млекопитающих при хроническом облучении ЭМП РЧ малой интенсивности
- Разработана математическая теория построения (прогнозирования) ПДУ на основе ограниченных экспериментальных данных



РАДИОБИОЛОГИЯ И ГИГИЕНА НЕИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ В СОВМЕСТНОМ НОРМИРОВАНИИ ЭМП

- «План-график научно-исследовательских работ, направленных на разработку гигиенических и технических мероприятий, связанных с размещением передающих радиотелевизионных и радиолокационных станций» 1984 -2004
- Совместная работа «гигиенистов» (Шандала М.Г.) и «радиобиологов» (Григорьев Ю.Г., Акоев И.Г.) в Объединенной секции Научных советов
- Необходимость обоснования конкретных значений ПДУ в условиях ограниченного времени, обусловленного планами развития промышленности и связи.
- Математическое и экспериментальное моделирование эксперимента, разработка методов математического прогноза в определении ПДУ на основе ограниченных экспериментальных данных.
- Нерешенную проблему механизма обошли рассматривая в эксперименте организм как «черный ящик», определяя методологию как кибернетический подход.

**ПДУ ЭМП РЧ для населения, предложенные в 1984,
действуют и сегодня**

Ак. М.Г. Шандала обосновал понятие об оптимуме ЭМ обстановки - избыточные значения ЭМП и искусственная изоляция от природного комплекса факторов электромагнетизма действуют неблагоприятно на организм. По его мнению, точно определить значение последствий воздействия ЭМП на организм весьма трудно, в том числе из-за недостатка знаний о факторе и механизмах его действия.

ЗАДАЧИ НАЧАЛА 1990Х

1. **Организационная.** Начиная с 1990х годов трудно переоценить значение Научного совета РАН по радиобиологии и непосредственно заместителя Председателя Совета профессора Ю.Г. Григорьева для координации исследований и консолидации ученых. После 1995 года усилиями Совета проведены конференции по радиобиологии и гигиене неионизирующих излучений, в том числе совместно с Всемирной организацией здравоохранения и с Российским национальным комитетом по защите от неионизирующих излучений.
 2. **Использование радиобиологических данных для оценки надежности** ПДУ в новых условий контакта населения при модификации ЭМ фактора и условий облучения.
ЭМ поле ближней зоны антенны, неконтролируемое по времени и интенсивности облучение головного мозга, радикальное расширение условий контакта населения с неконтролируемым источником ЭМП радиочастот, изменений принципов формирования электромагнитной обстановки в окружающей среде - приближение источников на селитебную территорию
 3. **Проблема «гармонизации»** с принципами определения ПДУ ЭМП англо-атлантической группы стран и НАТО в рамках программы ВОЗ
-

РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ О ВОЗМОЖНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТАХ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ

- После 2000х электромагнитный фактор превратился в популяционно значимый.
- **Радиобиологический прогноз о возможных биологических эффектах и их переходе в заболеваемость.**
- На основе фундаментальных представлений о медико-биологических эффектах электромагнетизма, исходя из принципиальных изменений условий облучения населения и недостаточности научных данных о последствиях облучения головного мозга в неконтролируемых условиях во всех группах населения, включая детей,
- Радиобиологический прогноз был дан в 2004-2008 годах
- **Злокачественные новообразования (в том числе **опухоли в головном мозге**, в том числе в слуховом нерве), болезни и функциональные расстройства нервной системы, включая провокацию эпилептической готовности, заболевания, связанные с нарушением иммунного статуса.**

ЕЖЕГОДНИК

РОССИЙСКОГО
НАЦИОНАЛЬНОГО
КОМИТЕТА
ПО ЗАЩИТЕ ОТ
НЕИОНИЗИРУЮЩИХ
ИЗЛУЧЕНИЙ



ДАННЫЕ О ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В ГРУППАХ РАДИОБИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА В СВЯЗИ С ОБЛУЧЕНИЕМ ЭМП НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Заболеваемость детей в возрасте 15-17 лет по прогнозным группам болезней за время массового распространения ИКТ (по Росстату, больных с диагнозом, установленным впервые на 100 тыс. детей соответствующего возраста)

	1995	2000	2010	2019
абоненты, млн. чел	0,1	3	237	260,7
число детей в популяции, тыс чел.	6668	7570	4580	4433
новообразования	130,0	225,9	385,8	547,6
болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	284,3	483	833,3	823,9
болезни нервной системы	5254,32*	2048,1	3832,1	3807,5
эпилепсия, эпилептический статус	29,6	52,1	71,2	79,8
болезни глаза и его придаточного аппарата	—	3669,7	5722,7	6155,2
численность пациентов, которым оказывается консультат.-лечебная помощь в связи с психическими расстройствами и расстройствами поведения	885,1	1338,4	2435,0	2579,3

Рост заболеваемости во всех группах прогноза, выполненного до 2008 года

К октябрю 2022 представлен и обсужден на конференциях Роспотребнадзора, РАН, Академии Связи, 3 публикации в рецензируемых журналах

*) В 1995 году в болезни нервной системы включались болезни глаза и его придаточного аппарата и болезни уха и сосцевидного отростка.

Если рассматривать контингент «домобильного» 1995 года как контрольную группу, то к 2019 году относительное число новообразований в группе 15-17 летних выросло в 4,2 раза.

Минздрав России:

У детей преимущественной локализацией опухолей являются злокачественные новообразования головного мозга и других отделов нервной системы, удельный вес которых составил 15,5% в 2019 году (494 случая) всех новообразований и 28,4% солидных опухолей.

В возрастных группах до 40 лет в структуре смертности от злокачественных новообразований на втором месте находится смертность от новообразований головного мозга. Это именно те возрастные группы, которые были подростками в период взрывного роста абонентов сотовой связи в начале 2000х, в период распространения «голосовых» абонентских терминалов и локализации облучения головы.

МНИОИ имени П. А. Герцена: в целом по населению рост злокачественных новообразований головного мозга с 2009 по 2019 год составил 27% из расчета на 100 тысяч.

В 2019 году наиболее распространенная первичная опухоль головного мозга — глиома — возникает с частотой в 10–13 случаев на 100 тыс. населения в год.

В 2015 году было учтено 4,8 случая на 100 тысяч населения и 4,2 случая в 2010 г.,

Это более чем двухкратный рост за 10 лет, что соответствует данным Росстата о скорости прироста опухолей для контингента 15-17 лет и укладывается в представление о наличии латентного периода около 10 лет.

**ВОПРОС ОБУСЛОВЛЕННОСТИ ПРИРОСТА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ОБЛУЧЕНИЕМ ЭМП
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОСТАЕТСЯ КЛЮЧЕВЫМ**
Особенности формирования условий облучения не позволяют учесть «дозу» ЭМ нагрузки

К ОБЩЕМУ ИТОГУ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ЭТАПА

- По тематике электромагнитобиологии, радиобиологии и гигиене неионизирующих излучений на русском языке опубликовано около сотни монографий и сборников научных трудов, около сотни диссертаций (не включая прикладные)
 - Тематика от первичных механизмов взаимодействия электромагнитного поля, как особого вида материи, до методики и методологии эксперимента, основ нормирования.
 - «Дозный» подход адекватен при тепловых интенсивностях или ЭМП СВЧ со средними значениями ППЭ ≤ 500 мкВт/см² (в непрерывном режиме или в импульсе)
 - Данные радиобиологических исследований, в которых использовали сложные режимы облучения, позволяют считать, что ЭМП СВЧ со средними значениями ППЭ ≤ 500 мкВт/см² (в непрерывном режиме или в импульсе) необходимо рассматривать как раздражитель центральной нервной системы. Поэтому справедливо применять законы физиологии о биологической силе, адаптационном ответе и путях усиления биологической значимости слабого раздражителя.
 - При равной суммарной мощности облучения воздействие импульсом приводит к более тяжелым биологическим и клиническим последствиям по сравнению с непрерывным облучением.
 - Систематика механизмов действия не завершена для различных ЭМП условий
-

НЕКОТОРЫЕ АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ

Вопрос использования фундаментальных данных для анализа обусловленности прироста заболеваемости облучением ЭМП оборудования информационно-коммуникационных технологий является ведущим для радиобиологии неионизирующих излучений или электромагнитобиологии.

Одновременное облучение ЭМП разных стандартов связи ведет к разным индивидуальным способам организации облучения, что значимо для биоэффекта и последующей их кумуляции при повторном действии, возможно, это указывает на путь к компенсаторным реакциям и к развитию заболеваний.

Для новых условий облучения у нас практически не существует дозиметрии как для ближней, так и дальней зоны - невозможно дать характеристику условий облучения - **отставание примерно 10 лет...**

Требуется национальное программное обеспечение расчетного прогнозирования падающей и поглощенной электромагнитной энергии, в том числе необходим национальный цифровой "электромагнитный" фантом (детский и взрослый).

НЕКОТОРЫЕ АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ

Международное агентство по раку (IARC) присвоило класс 2Б ЭМП радиочастот в 2011 году, а в 2019 году внесло фактор в список наивысших приоритетов. **Впервые механизм "окислительного стресса" признан основным для увеличения вероятности новообразований.** В нашей стране нет собственных данных по теме "ЭМП радиочастот и новообразования", учитываемых IARC, хотя уже известное количество учтенных опухолей в детском контингенте позволяет провести анализ «случай-контроль».

В связи с развитием стандартов связи 4-6 поколений наиболее важно следующее:

оценка действия на поверхностные ткани; влияние импульсных сигналов с высоким градиентом на фронте на рост меланомы;
возможность локальных повреждений мозга в связи с реализацией механизма поглощения "мощного импульсного микроволнового излучения в микросекундном диапазоне длительности импульса».

Кадры - кризис ведущих в прошлом исследовательских центров США и бывших соц. стран

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!!

"Требуется периодическая систематизация накопленного материала, установление единой терминологии, стандартизации методов исследований и анализа полученных данных» Б.И. Давыдов и коллеги (1984)
