



**New Day in Medicine**  
**Новый День в Медицине**

**NDM**



# **TIBBIYOTDA YANGI KUN**

Ilmiy referativ, marifiy-ma'naviy jurnal



**AVICENNA-MED.UZ**



ISSN 2181-712X.  
EISSN 2181-2187

**12 (86) 2025**

## **Сопредседатели редакционной коллегии:**

**Ш. Ж. ТЕШАЕВ,  
А. Ш. РЕВИШВИЛИ**

Ред. коллегия:

М.И. АБДУЛЛАЕВ  
А.А. АБДУМАЖИДОВ  
Р.Б. АБДУЛЛАЕВ  
Л.М. АБДУЛЛАЕВА  
А.Ш. АБДУМАЖИДОВ  
М.А. АБДУЛЛАЕВА  
Х.А. АБДУМАДЖИДОВ  
Б.З. АБДУСАМАТОВ  
У.О. АБИДОВ  
М.М. АКБАРОВ  
Х.А. АКИЛОВ  
М.М. АЛИЕВ  
С.Ж. АМИНОВ  
Ш.Э. АМОНОВ  
Ш.М. АХМЕДОВ  
Ю.М. АХМЕДОВ  
С.М. АХМЕДОВА  
Т.А. АСКАРОВ  
М.А. АРТИКОВА  
Ж.Б. БЕКНАЗАРОВ (главный редактор)  
Е.А. БЕРДИЕВ  
Б.Т. БУЗРУКОВ  
Р.К. ДАДАБАЕВА  
М.Н. ДАМИНОВА  
К.А. ДЕХКОНОВ  
Э.С. ДЖУМАБАЕВ  
А.А. ДЖАЛИЛОВ  
Н.Н. ЗОЛотова  
А.Ш. ИНОЯТОВ  
С. ИНДАМИНОВ  
А.И. ИСКАНДАРОВ  
А.С. ИЛЪЯСОВ  
Э.Э. КОБИЛОВ  
А.М. МАННАНОВ  
Д.М. МУСАЕВА  
Т.С. МУСАЕВ  
М.Р. МИРЗОЕВА  
Ф.Г. НАЗИРОВ  
Н.А. НУРАЛИЕВА  
Ф.С. ОРИПОВ  
Б.Т. РАХИМОВ  
Х.А. РАСУЛОВ  
Ш.И. РУЗИЕВ  
С.А. РУЗИБОВЕВ  
С.А. ГАФФОРОВ  
С.Т. ШАТМАНОВ (Кыргызстан)  
Ж.Б. САТТАРОВ  
Б.Б. САФОВЕВ (отв. редактор)  
И.А. САТИВАЛДИЕВА  
Ш.Т. САЛИМОВ  
Д.И. ТУКСАНОВА  
М.М. ТАДЖИЕВ  
А.Ж. ХАМРАЕВ  
Б.Б. ХАСАНОВ  
Д.А. ХАСАНОВА  
Б.З. ХАМДАМОВ  
Э.Б. ХАККУЛОВ  
Г.С. ХОДЖИЕВА  
А.М. ШАМСИЕВ  
А.К. ШАДМАНОВ  
Н.Ж. ЭРМАТОВ  
Б.Б. ЕРГАШЕВ  
Н.Ш. ЕРГАШЕВ  
И.Р. ЮЛДАШЕВ  
Д.Х. ЮЛДАШЕВА  
А.С. ЮСУПОВ  
Ш.Ш. ЯРИКУЛОВ  
М.Ш. ХАКИМОВ  
Д.О. ИВАНОВ (Россия)  
К.А. ЕГЕЗАРЯН (Россия)  
DONG JINCHENG (Китай)  
КУЗАКОВ В.Е. (Россия)  
Я. МЕЙЕРНИК (Словакия)  
В.А. МИТИШ (Россия)  
В.И. ПРИМАКОВ (Беларусь)  
О.В. ПЕШИКОВ (Россия)  
А.А. ПОТАПОВ (Россия)  
А.А. ТЕПЛОВ (Россия)  
Т.Ш. ШАРМАНОВ (Казахстан)  
А.А. ЩЕГОЛОВ (Россия)  
С.Н. ГУСЕЙНОВА (Азербайджан)  
Prof. Dr. KURBANHAN MUSLUMOV (Azerbaijan)  
Prof. Dr. DENIZ UYAK (Germany)

## **ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН НОВЫЙ ДЕНЬ В МЕДИЦИНЕ NEW DAY IN MEDICINE**

*Илмий-рефератив, маънавий-маърифий журнал  
Научно-реферативный,  
духовно-просветительский журнал*

**УЧРЕДИТЕЛИ:**

**БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ  
ООО «ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН»**

Национальный медицинский  
исследовательский центр хирургии имени  
А.В. Вишневского является генеральным  
научно-практическим  
консультантом редакции

Журнал был включен в список журнальных  
изданий, рецензируемых Высшей  
Аттестационной Комиссией  
Республики Узбекистан  
(Протокол № 201/03 от 30.12.2013 г.)

### **РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:**

М.М. АБДУРАХМАНОВ (Бухара)  
Г.Ж. ЖАРЫЛКАСЫНОВА (Бухара)  
А.Ш. ИНОЯТОВ (Ташкент)  
Г.А. ИХТИЁРОВА (Бухара)  
Ш.И. КАРИМОВ (Ташкент)  
У.К. КАЮМОВ (Тошкент)  
Ш.И. НАВРУЗОВА (Бухара)  
А.А. НОСИРОВ (Ташкент)  
А.Р. ОБЛОКУЛОВ (Бухара)  
Б.Т. ОДИЛОВА (Ташкент)  
Ш.Т. УРАКОВ (Бухара)

**12 (86)**

www.bsmi.uz  
https://newdaymedicine.com E:  
ndmuz@mail.ru  
Тел: +99890 8061882

**2025**  
*декабрь*

Received: 20.11.2025, Accepted: 06.12.2025, Published: 10.12.2025

УДК 611.9:611.42-616:612.017.1

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН 5-ГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОРГАНЫ ЧЕЛОВЕКА (Обзор литературы)**

Раджабова З.С. <https://orcid.org/0009-0009-7225-0694> e-mail: [zebiniso\\_rajabova@bsmi.uz](mailto:zebiniso_rajabova@bsmi.uz)

Бухарский государственный медицинский институт, Абу Али ибн Сины, Узбекистан, г. Бухара, ул. А. Навои. 1 Тел: +998 (65) 223-00-50 e-mail: [info@bsmi.uz](mailto:info@bsmi.uz)

✓ **Резюме**

Данный обзор литературы, посвящен возможному влиянию электромагнитных волн 5G на здоровье человека, является важным фактором в биоэлектромагнитных исследованиях. Таким образом, сделан вывод о том, что электромагнитные волны 5G мобильных телефонов оказывают более вредное воздействие на здоровье органов человека, чем волны 4G. Дальнейшие экспериментальные исследования, необходимы для подтверждения результатов и понимания лежащих в их основе механизмов и разработки меры предосторожности.

**Ключевые слова:** пятое поколение, электромагнитные волны, биоэффекты, ткани человека, органы.

**BIOLOGICAL EFFECTS OF 5TH GENERATION ELECTROMAGNETIC WAVES ON HUMAN ORGANS (Literature Review)**

Radjabova Z.S. <https://orcid.org/0009-0009-7225-0694> e-mail: [zebiniso\\_rajabova@bsmi.uz](mailto:zebiniso_rajabova@bsmi.uz)

Bukhara State Medical Institute named after Abu Ali ibn Sina, Uzbekistan, Bukhara, st. A. Navoi. 1 Tel: +998 (65) 223-00-50 e-mail: [info@bsmi.uz](mailto:info@bsmi.uz)

✓ **Resume**

This literature review, devoted to the potential impact of 5G electromagnetic waves on human health, is an important factor in bioelectromagnetic research. It is concluded that electromagnetic waves from 5G mobile phones have a more harmful effect on human health than 4G waves. Further experimental studies are needed to confirm these findings, understand the underlying mechanisms, and develop precautions.

**Key words:** fifth generation, electromagnetic waves, bioeffects, human tissues, organs.

**5G ЭЛЕКТРОМАГНИТ ТЎЛҚИНЛАРИНИНГ ИНСОН АЪЗОЛАРИ САЛОМАТЛИГИГА ПОТЕНЦИАЛ ТАЪСИРИ (Adabiyotlar sharhi)**

Раджабова З.С. <https://orcid.org/0009-0009-7225-0694> e-mail: [zebiniso\\_rajabova@bsmi.uz](mailto:zebiniso_rajabova@bsmi.uz)

Абу али ибн Сино номидаги Бухоро давлат тиббиёт институти Ўзбекистон, Бухоро ш., А.Навоий кўчаси. 1 Тел: +998 (65) 223-00-50 e-mail: [info@bsmi.uz](mailto:info@bsmi.uz)

✓ **Резюме**

5G электромагнит тўлқинларининг инсон саломатлигига потенциал таъсирига бағишланган ушбу адабиётлар шарҳи биоэлектромагнит тадқиқотларда муҳим омил ҳисобланади. 5G мобил телефонларидан чиқадиган электромагнит тўлқинлар инсон саломатлигига 4G тўлқинларига қараганда кўпроқ зарарли таъсир кўрсатиши ҳақида хулоса чиқарилди. Ушбу натижаларни тасдиқлаш, асосий механизмларни тушуниш ва эҳтиёт чораларини ишлаб чиқиш учун қўшимча экспериментал тадқиқотлар ўтказиш керак бўлади.

**Калит сўзлар:** баъинчи авлод, электромагнит тўлқинлар, биоэффектлар, инсон тўқималари, органлар.

## Актуальность

В современном мире количество беспроводных коммуникационных устройств растёт с каждым днём. По мере увеличения количества этих устройств растёт и количество электромагнитного излучения, излучаемого в окружающую среду. Избыточное количество электромагнитного излучения загрязняет окружающую среду. Радиационное загрязнение в значительной степени обусловлено излучением электромагнитного излучения различными беспроводными системами связи [16,36,39].

Результаты испытаний показывают, что часть ЭМИ поглощается частями тела людей, находящимися вблизи беспроводного устройства. Этот результат может служить научным доказательством влияния электромагнитного излучения на человека, например, на симптомы электромагнитной гиперчувствительности. Аналогичным образом, большая часть полевых воздействий от излучающих устройств подвержена сильному влиянию всего биотического сообщества, включая человека, в результате взаимодействия с ним. Электромагнитное излучение от различных беспроводных устройств связи является источником радиационного загрязнения. Это излучение основано на характеристиках поля ЭМИ, испускаемого устройствами. Оно характеризуется на основе анализа электрического поля, магнитного поля и плотности мощности. Воздействие устройств варьируется в зависимости от частоты рабочей технологии и интенсивности излучения [27,39].

С быстрым развитием сетей 5G влияние радиочастотного поля (РЧ), генерируемого оборудованием связи 5G, на здоровье человека привлекает все большее внимание общественности. В последние годы растущее использование коммуникационных устройств привело к общественной обеспокоенности относительно потенциальной опасности для здоровья, связанной с радиочастотными полями, генерируемыми мобильными телефонами. Согласно стандарту, выпущенному Международным комитетом по электромагнитной безопасности IEEE в 2019 году (C95.1), воздействие плотности мощности на лиц, которым разрешено находиться в ограниченных средах в спектре 2–300 ГГц, составляло  $50 \text{ Вт/м}^2$ . Поэтому в данном исследовании было выбрано  $50 \text{ Вт/м}^2$  для воздействия радиочастотного поля 4,9 ГГц [31,41].

Согласно предыдущим исследованиям, ЭМП могут вызывать неблагоприятные последствия для здоровья, такие как опухоли головного мозга, генетические повреждения, бесплодие, иммунные нарушения, электромагнитные аллергии, лейкемия, быстрая истощаемость, повышенная тревожность, плохая обучаемость и т.д. [15,42].

Постоянные технологии, использующие радиочастотные (РЧ) электромагнитные поля, особенно в телекоммуникациях в настоящее время работают на частотах ниже 6 ГГц, включая радио- и телевидение, а также беспроводные источники, такие как локальные сети и мобильная телефония. С ростом спроса на более высокие скорости передачи данных, лучшее качество обслуживания и меньшую задержку для пользователей, планируется, что будущие источники беспроводной связи будут работать на частотах выше 6 ГГц и в диапазоне «миллиметровых волн» (30–300 ГГц) [18,33,41,43].

Частоты выше 6 ГГц уже много лет используются в различных приложениях, таких как радары, микроволновые линии связи, досмотр в аэропортах и в медицине для терапевтических целей. Однако планируемое использование миллиметровых волн будущими беспроводными телекоммуникациями, особенно 5-м поколением (5 G) мобильных сетей, вызвало обеспокоенность общественности относительно любых возможных неблагоприятных последствий для здоровья человека [38].

Международные рекомендации по воздействию радиочастотных полей были разработаны на основе современных научных знаний, чтобы гарантировать, что воздействие радиочастот не наносит вреда здоровью человека [12,13].

Рекомендации, разработанные Международной комиссией по защите от неионизирующего излучения (ICNIRP), в частности, составляют основу нормативных актов в большинстве стран мира [34].

Эпидемиологических исследований, непосредственно изучающих 5G и потенциальное воздействие на здоровье, не проводилось. Будущие эпидемиологические исследования должны продолжить мониторинг долгосрочных последствий для здоровья населения, связанных с беспроводной связью [15].

Роль микроорганизмов, живущих в пищеварительном тракте человека, микробиоты кишечника, в здоровье и болезнях в целом изучалась главным образом потому, что они могут участвовать в метаболизме человека, пищеварении и всасывании, потреблении питательных веществ и регуляции иммунитета и т. д., чтобы поддерживать нормальные физиологические функции хозяина [8,20,24,30].

Более того, многие исследования показали, что нарушение регуляции кишечного микробиома играет решающую роль в механизме радиационно-индуцированного поражения кишечника. Хотя многочисленные исследования показали влияние ионизирующего излучения на структуру кишечных микробов, лишь ограниченное число отчетов было сосредоточено на влиянии электромагнитного излучения [23,35].

С развитием коммуникационных технологий общественность всё больше внимания уделяет вопросу вреда электромагнитного излучения для здоровья. Мобильная связь вступила в эпоху 5G, и сообщений об электромагнитном излучении на частоте 2650 МГц практически нет. Поэтому необходимо оценить риск неблагоприятного воздействия электромагнитного излучения мобильных телефонов 5G на мозг человека. С непрерывным развитием коммуникационных технологий и повышением уровня жизни мобильные телефоны стали незаменимыми для современных людей. Однако до настоящего времени исследования электромагнитного излучения мобильных телефонов были сосредоточены преимущественно на диапазоне частот от 900 до 1800 МГц, что соответствует рабочему диапазону частот до появления технологий мобильной связи четвертого поколения. Соответствующих исследований, проясняющих влияние излучения мобильных телефонов 5G на здоровье, не проводилось [13,44].

Радиационно-индуцированное повреждение кишечника (РИП) является одним из наиболее частых кишечных осложнений, вызванных лучевой терапией опухолей органов малого таза и брюшной полости, и серьёзно влияет на качество жизни пациентов [22].

Поскольку кишечник является крупнейшим иммунным органом в организме, он играет жизненно важную роль в поддержании иммунного гомеостаза. Иммунная система кишечника, которая распознает и по-разному реагирует на флору и антигены в кишечном тракте для поддержания иммунного баланса кишечного тракта и всего организма, состоит из лимфоидной ткани, ассоциированной с кишечником (GALT), и секретируемых иммуноглобулинов GALT человека и мышей состоит из мульти фолликулярных лимфоидных тканей и многочисленных изолированных лимфоидных фолликулов (ILF), в основном включающих иммунные клетки, такие как Т-клетки, В-клетки, дендритные клетки (DC), тучные клетки и макрофаги. Секреторный иммуноглобулин А (sIgA), белок, состоящий из двух идентичных тяжелых (H) и легких (L) цепей, соединенных дисульфидными связями, является наиболее секретируемым иммуноглобулином в кишечнике. Иммунная система кишечника играет ключевую роль в поддержании гомеостаза кишечника, и ее дисбаланс тесно связан с кишечными заболеваниями [7,14,19,28,29].

Изучаются биологические характеристики тканей человека, находящихся под воздействием различных электромагнитных излучений, что послужило основой для современных исследований воздействия электромагнитных полей на организм человека. Нагревательные эффекты радио электромагнитных волн, возникающие при развертывании технологии сетей 5G, легли в основу современных исследований. Согласно нескольким выводам исследования, развертывание технологии сетей 5G в сверхвысокой базовой полосе выше 20 ГГц приведет к таким эффектам, как нагрев тканей тела из-за воздействия электромагнитного поля, поскольку человеческое тело является дипольным по своей природе. Эти эффекты будут распространяться на возникновение диэлектрической поляризации, ионной поляризации, интерфейсной поляризации и ориентационной поляризации. Это, как правило, объясняется тем, что изменения диэлектрических свойств биологических тканей в зависимости от частоты воздействия электромагнитного поля весьма различны. При этом крайне важно определить распределение частот при развертывании новой сети 5G, чтобы избежать неблагоприятной диэлектрической дисперсии, которая может проникать в организм человека [5,17,25].

Электромагнитное поле оказывает тепловое и нетепловое воздействие на организм человека. Небольшое повышение температуры может быть компенсировано нашим организмом, но значительное повышение температуры может повредить ткани и привести к ожогам. Индукция электрического тока в организме влияет на проницаемость мембран, повреждая ионные каналы, что приводит к нетермическим эффектам. Воздействие ЭМП приводит к окислительному стрессу из-за высвобождения активных форм кислорода, которые изменяют проводимость мембран, вызывая перекисное окисление фосфолипидов в мембранах. Воздействие ЭМП обычно связано с рядом симптомов, вызванных поглощением энергии, включая потерю памяти, изменения поведения, головные боли, нарушения сна, дискомфорт, депрессию, тошноту, головокружение, раздражительность, потерю аппетита, онемение, мышечные спазмы, поносы и изменение рефлексов. Некоторые люди также сообщают о таких ощущениях, как шум в голове, предобморочное состояние, учащенное сердцебиение, жар, сердечно-сосудистые проблемы, нарушения зрения,



возбуждение, нервозность и проблемы с дыханием. В более тяжелых случаях воздействие может привести к параличу, судорогам, инсульту и психозу. Даже при более низкой интенсивности электромагнитные поля (ЭМП) могут вызывать клеточный стресс, повышать проницаемость гематоэнцефалического барьера и вызывать генетические повреждения. Кроме того, близость антенн мобильных телефонов к органам брюшной полости, особенно когда устройства закреплены на ремнях, вызывает опасения по поводу потенциального воздействия на такие органы, как почки и печень [37].

Воздействие ЭМП влияет на печень аналогично воздействию других токсичных веществ; активные формы кислорода (АФК), генерируемые ЭМП, в основном детоксицируются в печени, способствуя повреждению печени и нарушению ее функции. Восприимчивость печени к электромагнитным полям (ЭМП) зависит от таких факторов, как удельный коэффициент поглощения (SAR) и частота воздействия. Международные рекомендации по безопасным уровням воздействия ЭМП установлены Международной комиссией по защите от неионизирующих излучений (ICNIRP). Эти рекомендации разработаны для минимизации потенциального вредного воздействия ЭМП на здоровье человека, включая функцию печени [1,2,10,11].

Многие исследователи наблюдали окислительный стресс, приводящий к серьёзному повреждению структуры печёночной ткани, включая синусоидальное расширение, пролиферацию клеток Купфера, застой крови и инфильтрацию воспалительных клеток вокруг портальной области после воздействия излучения мобильных телефонов на здоровых мышей. Кроме того, другие исследования связывают воздействие ЭМИ с тяжёлым повреждением печени.

Азам Вафаи (2023) продемонстрировал, что воздействие электромагнитного излучения на частотах 1800 и 2100 МГц, испускаемого мобильными телефонами, на весь организм может вызывать окислительный стресс. Это воздействие изменяет баланс оксидантов и антиоксидантов и приводит к разрывам цепей ДНК и окислительному повреждению ДНК в печени крыс [2,3].

Сегодня люди живут под воздействием высокочастотных электромагнитных полей. У каждого человека есть мобильный телефон, предоставляемый операторами мобильной связи. Как правило, в каждой семье дома есть от трёх до четырёх мобильных телефонов. Операторы мобильной связи используют электромагнитные волны (ЭМВ) четвёртого поколения (4G) с частотой 800–2450 МГц. Раньше люди жили в естественном электромагнитном поле, создаваемом землёй, солнечным светом, молнией и т.д. Люди сталкивались с естественными ЭМВ. Наш организм привык к этим типам естественных ЭМВ, или, можно сказать, эти типы полей стали для него необходимостью [4,9,21].

Из вышеприведенного обсуждения и анализа следует вывод, что воздействие электромагнитных волн 5G на органы человека возможно, поскольку частота этих волн очень высока. Эти фотоны этих волн будут напрямую передавать свою энергию в органы человека. Воздействие электромагнитных волн больше вблизи вышек мобильной связи 5G, поскольку индукция электрических полей больше. Поглощение энергии органами с высоким содержанием воды, такими как поджелудочная железа, предстательная железа, сетчатка, влажная кожа, тонкий кишечник, спинной мозг, селезенка, желудок, сухожилия, яички, тимус, щитовидная железа, язык, больше. Эти типы органов больше подвержены влиянию волн 5G мобильных телефонов. Поглощение энергии органами с низким содержанием воды, такими как сухая кожа, зубы, трахея, матка и добродетельный юмор, низкое и меньше подвержено влиянию электромагнитных волн 5G. Поглощение энергии органами может стать причиной рака, детской лейкемии, опухолей головного мозга, головной боли, гипертонии, лейкемии и опухолей головного мозга у взрослых и т.д. Данная работа, посвященная возможному влиянию электромагнитных волн 5G на здоровье, является важным фактором в биоэлектромагнитных исследованиях. Таким образом, сделан вывод о том, что электромагнитные волны 5G мобильных телефонов оказывают более вредное воздействие на здоровье органов человека, чем волны 4G.

### **Заключение**

В заключение следует отметить, что данное исследование выявляет значительные изменения в состоянии организма человека, связанные с воздействием электромагнитного излучения. Эти результаты дополняют растущее количество данных, указывающих на возможное неблагоприятное воздействие ЭМП на структуру и функцию жизненно важных органов. Тем не менее, дальнейшие исследования, особенно с участием людей, необходимы для подтверждения этих результатов и понимания лежащих в их основе механизмов. Это будет важно для разработки рекомендаций по общественному здравоохранению и правил безопасности при использовании мобильных телефонов.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Abdraboh ME, El-Missiry MA, Othman AI, Taha AN, Elhamed DSA, Amer ME. Constant light exposure and/or pinealectomy increases susceptibility to trichloroethylene-induced hepatotoxicity and liver cancer in male mice. *Environmental Science and Pollution Research*. 2022 Aug 1;29(40):60371–84. <https://doi.org/10.1007/s11356-02219976-4>
2. Alkis ME, Akdag MZ, Dasdag S. Effects of Low-Intensity Microwave Radiation on Oxidant-Antioxidant Parameters and DNA Damage in the Liver of Rats. *Bioelectromagnetics* [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2024 Jul 30];42(1):76–85.
3. Alkis ME, Akdag MZ, Dasdag S. Effects of Low-Intensity Microwave Radiation on Oxidant-Antioxidant Parameters and DNA Damage in the Liver of Rats. *Bioelectromagnetics* [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2024 Jul 30];42(1):76–85.
4. Amit Verma, Vijay Kumar, Shipra Gupta, Bio-effects of 5th-generation electromagnetic waves on human organs, *Global Health Journal*, Volume 7, Issue 4, 2023, Pages 206–211, ISSN 24146447, <https://doi.org/10.1016/j.glohj.2023.11.005>.
5. Baltyanu, F., "RF Front-End Module Architectures for 5G Networks," Paper presented at the 2019 IEEE Bi-CMOS Integrated Circuits and Semiconductor Technology Symposium (BCICTS), 2019.
6. Experimental investigation to analyze the electromagnetic radiation exposure from wireless communication devices, *Journal of Hazardous Materials Advances*,
7. Fan Y, Pedersen O. Gut microbiota in human metabolic health and disease. *Nat. Rev. Microbiol*. 2021;19:55–71. doi: 10.1038/s41579-020-0433-9.
8. Gong, S., et al. Gut microbiota mediates diurnal variations in acetaminophen-induced acute liver injury in mice. *J. Hepatol*. 69 , 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2018.02.024> (2018).
9. Gupta S., Sharma RS., Singh R. Non-ionizing radiation as a possible carcinogen. *Int J Environ Health Res*, 4 (2020), pp. 1–25, 10.1080/09603123.2020.1806212
10. Haroon A, Ali S, Umar U, Farooq S, Fahad T, Qureshi T. Histopathological Effects Of 4g And 5g Electromagnetic Radiations On Liver Tissue. *JRMC*. 2025 Jun. 30;29(2). <https://doi.org/10.37939/jrhc.v29i2.2773>
11. Hira Waqas Cheema SA. The Protective Effect of Olive Oil on Arsenic Induced Histological Changes in the Liver of Albino Rats. *Journal of Islamic International Medical College (JIIMC)* [Internet]. 2018 Dec 1 [cited 2024 Aug 29];13(4):200–5.
12. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). IEEE Standard for Safety Levels for Human Exposure to Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, DC to 300 GHz. IEEE 2019; C95.1.
13. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). ICNIRP Guidelines for Limiting Exposure to Electromagnetic Fields (100 kHz to 300 GHz). *Health Phys*. 2020;118:483–524.
14. Jian Y, Zhang D, Liu M, Wang Y, Xu C-S. Effect of gut microbiota on radiation-induced enteritis. *Front. Cell. Infect. Microbiol*. 2021;11:586392. doi: 10.3389/fcimb.2021.586392.
15. Karipidis, K., Mate, R., Urban, D., et al. 5G mobile networks and health—a review of the current state of research on low-level radiofrequency fields above 6 GHz. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 31, 585–605 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41370-021-00297-6>
16. Kiziloglu Ya., Bozok Yu. Ya., Tyumkaya L., Akakin D., Aksora D. Sh.
17. Kostoff RN, Heroux P, Aschner M, Tsatsakis A. Adverse health effects of 5G mobile communication technology in real-world settings. *Toxicol Lett*. 2020;323:35–40. doi: 10.1016/j.toxlet.2020.01.020.
18. Koyama S, Narita E, Suzuki Y, Shiina T, Taki M, Shinohara N, et al. Long-term exposure to 40 GHz electromagnetic field does not affect genotoxicity or heat shock protein expression in HCE-T or SRA01/04 cells. *J Radiat Res*. 2019;60:417–23.
19. Li Y., Yan H., Zhang Y., Li Q., Yu L., Li Q., Liu C., Xie Y., Chen K., Ye F. et al. Changes in gut microbiome composition and lipid metabolic profile in radiation enteritis. *Front. Cell. Infect. Microbiol*. 2020;10:541178. doi: 10.3389/fcimb.2020.541178.
20. Li, Y., et al. Hyaluronic acid-bilirubin-based nanomedicine for targeted modulation of impaired gut barrier, microbiome, and immune responses in colitis. *Nat. Mater*. 19, 118–126. <https://doi.org/10.1038/s41563-019-0462-9> (2020).
21. Lin J. C. Microwave auditory effect IEEE J Electromagn RF Microw Med, 6 (1) (2022), pp. 16–28, 10.1109 Volume 17,2025,100548,ISSN 2772-4166, <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2024.100548>. The effect of electromagnetic field exposure (1.8/0.9 GHz) on the spleen of rats
22. Lu Q, Liang Y, Tian S, Jin J, Zhao Y, Fan H. Radiation-Induced Intestinal Injury: Injury Mechanism and Potential Treatment Strategies. *Toxics*. 2023 Dec 10;11(12):1011. doi: 10.3390/toxics11121011. PMID: 38133412; PMCID: PMC10747544.

23. Luo, H., et al. Electromagnetic field-induced depressive symptoms can be mitigated by gut microbiota remodeling-based heat acclimatization. *Ecotoxicol Environ. Saf.* 228, 112980. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112980> (2021).
24. MacKenzie, K., Tan, J., Masia, L., and MacKay, K. R. The diet-gut microbiome-physiology axis and allergic disease. *Immunol. Review* 278, 277–295. <https://doi.org/10.1111/imr.12556> (2017).
25. Matthew UO, Kazaure JS. Chemical polarization effects of electromagnetic field radiation from the novel 5G network deployment at ultra high frequency. *Health Technol (Berl)*. 2021;11(2):305–317. doi: 10.1007/s12553-020-00501-x. Epub 2021 Jan 27. PMID: 33527067; PMCID: PMC7839940.
26. *Med. Rec.*, 5 (Supplement (1)) (2023), pp. 177–181.
27. Meenu L., Aiswarya S., K.A. Unnikrishna Menon, Sreedevi K. Menon, Morbe WM, Jorgensen PB, Fenton TM, von Burg N, Riis LB, Spencer J, Agas WV. Human gut-associated lymphoid tissues (GALT); diversity, structure, and function. *Mucosal Immunol.* 2021;14:793–802. doi: 10.1038/s41385-021-00389-4.
28. Nishida A., Inoue R., Inatomi O., Bamba S., Naito Y., Ando A. Gut microbiota in the pathogenesis of inflammatory bowel diseases. *Clin. J. Gastroenterol.* 2018;11:1–10. doi: 10.1007/s12328-017-0813-5.
29. Pryor R., et al. Host-microbe-drug-nutrient screening identifies bacterial effectors of metformin therapy. *Cell* 178, 1299–1312 e1229, <https://doi.org/10.1016/j.cell.2019.08.003> (2019).
30. Safety, IIC o. E. IEEE Standard for Safety Levels for Human Exposure to Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, DC to 300 GHz. IEEE Std C95.1–2019 (Revision of IEEE Std C95.1–2005/incorporates IEEE Std C95.1–2019/Cor 1–2019), 1–312, <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2019.8859679> (2019).
31. *Sci. Total Environ* 856 (2023), Article 159240
32. Simko M, Matsson MO. 5G wireless communications and its health impacts—a practical review based on available research in the 6 to 100 GHz band. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16:3406.
33. Stam R. Comparison of International Electromagnetic Field (Industrial Frequency and Radio Frequency) Policies. National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), 2018.
34. Tai Y.K., et al. Magnetic fields modulate gut metabolism and microbiome in correlation with Pgc-1alpha expression: continuation of an in vitro magnetic-mitohormetic study. *FASEB J.* 34, 11143–11167. <https://doi.org/10.1096/fj.201903005RR> (2020).
35. Traini E., Martens A.L., Slottje P., Vermeulen R.C., Huss A. Time course of health complaints attributed to RF-EMF exposure and predictors of electromagnetic hypersensitivity over 10 years in a prospective cohort of Dutch adults
36. Vafaei A, Raji AR, Maleki M, Zaeemi M, Ebrahimzadeh-Bideskan A. Ameliorative effects of crocin against electromagnetic field-induced oxidative stress and liver and kidney injuries in mice. *Avicenna J Phytomed.* 2023 Jan 1;13(2):200–12. <https://doi.org/10.22038/AJP.2022.21169>.
37. Variani AS, Sabouri S, Shahsavari S, Yari S, Zarushani V. Effect of occupational exposure to radar radiation on cancer risk: a systematic review and meta-analysis. *Asian Pac J cancer prev.* 2019;20:3211–9.
38. Verma A., Kumar V., Gupta S. Bioeffects of 5th generation electromagnetic waves on human organs. *Global Health J.*, 7 (4) (2023), pp. 206–21
39. Verma A., Kumar V., Gupta S. Биоэффекты электромагнитных волн 5-го поколения на органы человека. *Global Health J.*, 7 (4) (2023), стр. 206–211.
40. Wang, S., Zhou, G., Lin, J., et al. Effects of 5G Radiofrequency Field on Fecal Microbiome and Metabolomic Profiles in Mice. *Sci Rep* 14, 3571(2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53842-2>
41. Wang, S., Zhou, G., Lin, J., et al. Effects of 5G radiofrequency field on fecal microbiome and metabolomic profiles in mice. *Sci Rep* 14, 3571 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53842-2>
42. Wood A, Mate R, Karipidis K. A meta-analysis of in vitro and in vivo studies of the biological effects of low-level millimeter waves. 2020. <https://doi.org/10.1038/s41370-021-00307-7>.
43. Wu T, Rappaport TS, Collins KM. Safety for future generations: millimeter wave wireless safety considerations. *IEEE Micro Mag.* 2015;16:65–84.
44. Zheng R, Zhang X, Gao Y, Gao D, Gong W, Zhang C, Dong G, Li Z. Biological effects of exposure to 2650 MHz electromagnetic radiation on the behavior, learning, and memory of mice. *Brain Behav.* 2023 Jun;13(6):e3004. doi: 10.1002/brb3.3004. Epub 2023 Apr 28. PMID: 37118929; PMCID: PMC10275548.

**Поступила 20.11.2025**