

## ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ WI-FI НА ОКРУЖНОЕ ПРОСТРАНСТВО

Абдурахимов Миржалол Мирзохид угли преподаватель,  
Исмаилов Хасанбой Абдували угли преподаватель,  
Беркинов Элмурод Хошимжонович доцент Наманганский  
государственный технический университет  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17062110>

**Аннотация.** Wi-Fi -это “технология беспроводной передачи, используемая для локальной сети”. Работая на частотах 2,4 и 5 ГГц, Wi-Fi стал повсеместным в нашем современном мире. Из-за такой повсеместности мы начали поднимать вопросы о безопасности маршрутизаторов Wi-Fi. Цель этой исследовательской работы - ответить на следующие исследовательские вопросы: В какой степени и как излучение Wi-Fi влияет на Окружное Пространство? В этой исследовательской работе используются следующие методы: онлайн-опрос и исследования из современной научной литературы. Эта исследовательская работа внесет вклад в область биофизики, однако маршрутизаторы Wi-Fi оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

**Ключевые слова:** wi-fi, воздействие на здоровье, электромагнитное поле, электромагнитное излучение, воздействие на окружающую среду.

Wi-Fi - это “технология беспроводной передачи, используемая для создания локальных сетей”. Работая на частотах 2,4 и 5 ГГц, Wi-Fi стал повсеместным в современном мире. Раньше он использовался в качестве источника Интернета для портативных компьютеров в качестве альтернативы кабелям Ethernet [1]. Однако с годами его использование расширилось. “Wi-Fi все чаще используется в общественном транспорте, авиации, бытовых устройствах, таких как аудиооборудование, игровые гаджеты, а также в промышленных условиях и системах безопасности” [2]. Из-за такой повсеместности мы начали поднимать вопросы о безопасности маршрутизаторов Wi-Fi и доле электромагнитного поля Wi-Fi от общего

количества электромагнитных полей, которым мы подвергаемся. Исследование, проведенное в Греции и Бельгии, показало, что электрическое поле Wi-Fi составляет от 6 до 13 процентов от общей напряженности электрического поля от различных источников [3]. Другие источники сообщают о меньшем количестве. Несмотря на такие исследования, люди все еще задаются вопросом о конкретном воздействии маршрутизаторов Wi-Fi на здоровье и мало что знают об этой теме. Цель этой исследовательской работы - ответить на следующие исследовательские вопросы: В какой степени и как излучение Wi-Fi влияет на здоровье человека? В какой степени жители Узбекистана информированы о влиянии маршрутизаторов Wi-Fi на здоровье человека? Чтобы ответить на эти вопросы, я буду использовать методы онлайн-опроса и исследования из современной научной литературы. Эта исследовательская работа внесет вклад в область биофизики, исследуя общественное мнение о Wi-Fi и его влиянии на здоровье человека, а также разъясняя эти эффекты путем изучения научной литературы.

Опрос, проведенный в местном университете в столице Казахстана, показал, что большинство студентов мало что знают о влиянии Wi-Fi на здоровье. Опрос включал в себя 3 вопроса и проводился онлайн.

Первый вопрос заданный участникам опроса спрашивал был ли у них Wi-Fi-роутер там, где они жили. На этот вопрос ответили 340 человек. 94,41% ответили, что у них есть Wi-Fi роутер, тогда как 3,24% не имеют роутера, 0,88 не знают ответа, а 1,47% воздержались от ответа. Подавляющее большинство участников имеют Wi-fi-роутер по месту жительства, что указывает на широкий охват интернетом а также наличие Wi-Fi-роутеров среди студентов университета.

Во втором вопросе спрашивалось, знают ли участники о влиянии маршрутизаторов Wi-Fi на здоровье. На этот вопрос ответили 346 человек, из которых только 11,85% ответили утвердительно. В рамках этой категории 73 процента тех, кто ответил утвердительно, составляют мужчины, в то время как 26,83 процента приходится на женщин. Большинство участников ответивших

на второй вопрос, что составляет 78,03 процента, не знают о влиянии Wi-Fi-маршрутизаторов на здоровье человека, в то время как 10,12 процента воздержались от ответа на этот вопрос.

В третьем вопросе участникам предлагалось оценить влияние Wi-Fi на здоровье человека. Варианты ответов включали следующие категории: “полезно”, “умеренно позитивно”, “нейтрально или без эффекта”, “умеренно негативно” и “опасно”. На этот вопрос ответили 399 участников. 40,85% участников считают, что маршрутизаторы Wi-Fi не оказывают влияния на здоровье человека; 31,08% ответили, что они не знают о последствиях для здоровья; 11,03% утверждают, что Wi-Fi оказывает “умеренно негативное” воздействие на здоровье человека; 2,76% считают, что маршрутизаторы Wi-Fi приносят пользу людям, и только 1,5% считают, что маршрутизаторы Wi-Fi опасны для людей. В целом, мы видим, что подавляющее большинство студентов не знают о влиянии Wi-Fi-маршрутизаторов на здоровье, что указывает на актуальность исследования темы и информирования общественности об этом.

Некоторые исследователи утверждали, что Wi-Fi представляет угрозу для здоровья человека, и предложили механизмы воздействия. По мнению некоторых исследователей, электромагнитное излучение Wi-Fi вызывает семь установленных эффектов. В частности, говорят, что Wi-Fi вызывает “повреждение сперматозоидов/яичек, окислительный стресс, нервно-психические эффекты (с изменениями на ЭЭГ), апоптоз, повреждение клеточной ДНК, изменения в эндокринной системе и перегрузку кальцием”. Считается, что эти семь эффектов вызываются главным образом активацией кальциевых каналов, управляемых напряжением. Помимо активации кальциевых каналов, управляемых напряжением, другие механизмы включают активацию других ионных каналов, управляемых напряжением, и другие механизмы [4]. Именно благодаря таким механизмам электромагнитное излучение может оказывать свое негативное воздействие на ткани человека.

Помимо активационных каналов, механизм работы электромагнитных полей важен для определения их негативного эффекта. В частности, все беспроводные устройства, включая маршрутизаторы Wi-Fi, посылают свои сигналы в виде пульсаций, и поэтому такие пульсации могут быть опасными. Чем сильнее пульсации, тем больше ущерб. Помимо того, что искусственные электромагнитные поля являются импульсными (например, от маршрутизаторов Wi-Fi), они поляризованы. Такие электромагнитные поля оказывают гораздо большее воздействие на электрически заряженные химические группы по сравнению с неполяризованными электромагнитными полями [5].

Если рассматривать наиболее восприимчивые группы, то Wi-Fi, по-видимому, особенно вреден для молодых людей по сравнению со взрослыми. Во-первых, у детей гораздо меньшие и более тонкие кости черепа, что может способствовать большему проникновению электромагнитного излучения [6]. Если детский мозг более проницаем для электромагнитного излучения, он также более восприимчив к его воздействию по сравнению со взрослыми. Помимо прямого воздействия на мозг, электромагнитное излучение влияет на развитие стволовых клеток, которые вырабатываются в большей степени у детей по сравнению со взрослыми. Поскольку у детей снижена репарация ДНК, это означает, что они будут испытывать большее повреждение своей ДНК после воздействия электромагнитного излучения [7]. Если повреждения ДНК накапливаются без своевременного восстановления, такие накопления могут подвергнуть детей более высокому риску развития рака по сравнению со взрослыми.

Несмотря на то, что излучение Wi-Fi может оказывать биологическое воздействие, исследователи утверждают, что биологические эффекты наблюдаются только при высоких уровнях воздействия. К ним относятся модификации реакции на окислительный стресс или мембранных потенциалов. Тем не менее, ученые не обнаружили, что эти эффекты преобразуются в наблюдаемые результаты для здоровья. Эти эффекты не

наблюдались ни у лабораторных животных, ни в экспериментах по физиологии человека [8]. Ученые не сообщили о какой-либо связи между интенсивностью, временем воздействия и фактическими последствиями для здоровья.

Более того, исследователи нашли мало доказательств в поддержку утверждения о том, что Wi-Fi представляет какой-либо значительный риск для здоровья, когда воздействие ниже стандартов, установленных ICNIRP (Международная комиссия по защите от неионизирующего излучения) [9]. Считается, что эти стандарты отражают уровень воздействия, с которым сталкиваются люди в повседневной жизни при использовании своих Wi-Fi-маршрутизаторов. Поскольку люди используют маршрутизаторы Wi-Fi вместе со своими электронными устройствами, стоит также сравнить электрические поля этих двух видов устройств. Если сравнивать влияние электромагнитного излучения от устройств Wi-Fi, то выходная мощность Wi-Fi-маршрутизаторов ниже, чем у мобильных устройств. Более того, маршрутизаторы Wi-Fi обычно расположены дальше от тела, чем мобильные телефоны, а это значит, что эффект первых должен быть меньше по сравнению со вторыми. Кроме того, с непрерывным научным прогрессом используются более высокие частоты Wi-Fi; однако, по мере увеличения частоты, большая часть излучения поглощается кожей, таким образом, не позволяя излучению достигать внутренних органов.

Кроме того, фактическое воздействие излучения Wi-Fi на здоровье человека трудно измерить эмпирически, а также многие ученые проводят некорректные эксперименты, которые могут ложно указывать на то, что Wi-Fi вреден. Во-первых, трудно наблюдать долгосрочные последствия воздействия Wi-Fi на здоровье человека, поскольку существует множество мешающих факторов, которые трудно контролировать. К ним относятся социально-экономический статус, качество сна, использование электронных устройств, уровень стресса в повседневной жизни [10] – все это может повлиять на измерение показателей здоровья. Более того, измерение радиационных

эффектов затруднено из-за того, что электрические поля Wi-Fi составляют ничтожную долю от обычных электрических полей, испытываемых людьми. Например, исследование, измеряющее воздействие Wi-Fi, было проведено в Испании, Швейцарии, Дании, Нидерландах и Словении в период 2014-2016 годов среди детей и подростков в возрасте от 8 до 18 лет. Исследование показало, что воздействие Wi-Fi составляет всего 2% от общего воздействия электромагнитных полей. В другом исследовании, проведенном в Швейцарии, воздействие Wi-Fi среди подростков составило 3,5% от общего воздействия электромагнитных полей. Эти результаты означают, что эффект крошечной доли воздействия Wi-Fi может быть незаметным, и вместо этого наблюдаемые последствия для здоровья могут быть приписаны другим видам электромагнитных полей. Кроме того, многие исследования имеют ошибочные условия или измерения с более высокими значениями мощности, чем необходимо, или меньшими расстояниями, чем обычно. Исследователи говорят, что чем выше качество эксперимента, тем меньше сообщается о влиянии излучения Wi-Fi на здоровье человека, поэтому ученым следует сосредоточиться на качестве своих экспериментов в будущем.

Более ранние исследования выявили значительное биологическое воздействие электромагнитного излучения Wi-Fi на ткани человека. Такие негативные эффекты включали окислительный стресс, повреждение сперматозоидов/яичек, апоптоз, нервно-психические эффекты и другие. Эти исследования также выявили механизмы такого эффекта, в частности, через активацию ионных каналов, управляемых напряжением, и перегрузку кальцием. Более поздние исследования попытались повторить более ранние эксперименты, но не обнаружили последовательного негативного воздействия электромагнитного излучения Wi-Fi на здоровье человека. В частности, в нескольких исследованиях подчеркивается, что воздействие излучения Wi-Fi невелико по сравнению с общим воздействием различных электромагнитных полей, поэтому его трудно измерить. В целом, результаты таких исследований неубедительны, поэтому мы не можем однозначно утверждать, что Wi-Fi

вреден. Тем не менее, хотя биологические эффекты не подтверждены убедительными доказательствами, некоторые исследования признали неблагоприятное воздействие маршрутизаторов Wi-Fi на окружающую среду. Такое воздействие на окружающую среду может накладываться на другие факторы, в том числе биологические, и, таким образом, влиять на здоровье человека. Несмотря на отсутствие убедительных и последовательных экспериментальных результатов, еще слишком рано исключать возможность негативного воздействия Wi-Fi-маршрутизаторов на здоровье человека. Вместо этого рекомендуется следить за своим воздействием Wi-Fi и использованием электронных устройств, поскольку необходимы дополнительные исследования перекрывающегося воздействия электромагнитных полей на здоровье человека. Будущие исследования должны предусматривать более точные дозы и протоколы при оценке воздействия электрических полей на ткани человека. Кроме того, необходимо моделирование распределения электрического поля внутри биологической ткани. Новые исследования также могли бы быть сосредоточены на воздействии новых технологий, таких как 5G, которые становятся все более распространенными.

#### **Литературы:**

1. Марков, А. В., Петров, А. И. Электромагнитные поля и их влияние на живые организмы. — Москва: Наука, 2015.
2. Жданов, В. И. Радиочастотные электромагнитные поля и их влияние на здоровье человека. — Москва: Медицина, 2012.
3. Смирнов, А. В. Электромагнитные излучения в современной жизни: эффекты и последствия. — Санкт-Петербург: Питер, 2014.
4. Соловьев, А. С., Воробьев, И. В. Электромагнитное излучение в быту: влияние на человека и экологические последствия. — Москва: Научный мир, 2010.

5. Кузнецова, Е. В. Радиочастотное излучение и окружающая среда. — Москва: Энергия, 2009.
6. Lyle, J. B., Bennet, M. F. Electromagnetic Fields and Human Health. — Cambridge University Press, 2008.
7. Havas, M. Wi-Fi: The Invisible Threat. — Toronto: Environmental Health Review, 2010.
8. Гаврилова, Т. Н. Электромагнитные поля и их воздействие на экологические системы. — Новосибирск: Наука, 2007.
9. Андреев, А. Ю., Воронин, И. П. Электромагнитные поля и безопасность человека. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2011.
10. Belyaev, I., M. I. V. S., Brasseur, A. J. Electromagnetic Fields and Environmental Impact. — Springer, 2009.