

К вопросу нормирования электромагнитных излучений

Е.И.Егорова, Ю.В.Иголкина, Г.В.Козьмин

Обнинский государственный технический университет атомной энергетики, Россия

В последнее время одной из причин, вызывающей некоторые заболевания человека, называют электромагнитные поля (ЭМП) Земли, которые реализуются через геопатогенные зоны естественного происхождения и представляют собой источники отрицательной энергии. Причиной заболеваний могут стать ЭМП искусственного происхождения, которые обусловлены различными антропогенными факторами. К потенциально неблагоприятным источникам магнитного поля в квартире относятся электроплиты (50 Гц, ППЭ 50 мВт/см²); микроволновые печи (2,45 ГГц, ППЭ 50 мВт/см²); базовые станции беспроводного телефона (1,9 ГГц, ППЭ 500–1700 мВт/см²); базовые станции сотовой связи (0,9 ГГц, ППЭ 21000 мВт/см²); мобильные телефоны (0,9 ГГц, SAR 0,04–1,5 мВт/см³).

В нашей работе исследованы эффекты действия ЭМИ в диапазоне частот 8 – 10 ГГц и ППЭ 1 мкВт/см² на клетки про- и эукариот. В качестве тестов оценки биологического действия низкоинтенсивных ЭМП мы выбрали выживаемость клеток дикого штамма *E.coli* WP₂, мутантного штамма *E.coli* hcr⁻ exr⁻, динамику спонтанной двигательной активности (СДА) одноклеточных инфузорий *Spirostomum ambiguum*, выживаемость и поведенческую активность *Daphnia magna*, а также показатель численности и биомассы планктонных водорослей *Chlorella vulgares*. Выявленное нами достоверное повышение СДА инфузории-спиростомы, как защитного механизма эукариот, лишенных нервной системы, на воздействие ЭМИ с частотами 8-9 ГГц и временем воздействия 1-10 мин, мы можем объяснить свойством живых организмов адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды увеличением энергетического потенциала клетки. При дальнейшем повышении частоты ЭМИ до 10 ГГц и времени до 20-30 мин наблюдали достоверное ингибирование СДА, вплоть до лизиса клеток. Как известно, с увеличением времени и частоты ЭМИ увеличивается количество энергии, поглощенное суспензией клеток. Поглощение электромагнитной энергии осуществляется молекулами свободной воды и связанной, входящей в состав биологических мембран. При этом происходит изменение структуры воды и pH раствора. Кроме того, ЭМП увеличивает проницаемость биологических мембран, что приводит к усилению транспорта веществ из окружающей среды в клетку.

Также нами показано достоверное снижение выживаемости мутантного штамма *E. coli* Hcr⁻exr⁻ более, чем на 50% при экспозиции 150 мин и частоте 10 ГГц. У дикого штамма *E.coli* система репарации не нарушена, и при наличии повреждений она активирует все жизненные процессы. По всей видимости, происходит компенсация повреждений за счет ускорения процессов метаболизма. Полученные результаты биологического действия ЭМИ на *E.coli* WP₂ с частотами 8-10 ГГц и с ППЭ 1 мкВт/см² при экспозиции 30 - 150 мин говорят о высокой устойчивости дикого штамма к воздействию ЭМИ в исследуемом диапазоне.

Выявленные в эксперименте эти и другие биологические эффекты, возможно, обусловлены кооперативными процессами, основанными на резонансных взаимодействиях биологических макромолекул. Считается, что ими являются белковые молекулы, входящие в состав мембраны. Для объяснения нетермических эффектов по теории Фрелиха при действии ЭМИ может произойти полярная перестройка биомолекул, способная дать на резонансной частоте колебания большой амплитуды за счет перекачки энергии. Полученные нами и другими исследователями данные относительно действия ЭМИ СВЧ-диапазона на биоту также свидетельствует о различии чувствительности живых организмов. Имеющиеся у нас экспериментальные данные подтверждают гипотезу о возможном существовании специфических рядов чувствительности живых организмов, по крайней мере, для ЭМИ тех частотных диапазонов, которые различаются механизмами передачи энергии биологической ткани. Известно, что чувствительность живых организмов к ионизирующим излу-

чениям возрастает с увеличением морфологической и физиологической сложности организмов. По отношению к ЭМИ СВЧ-диапазона, по всей видимости, более чувствительны простейшие организмы. Установленные закономерности, возможно, вызваны и другим обстоятельством, связанным с характеристиками свойств окружающей среды в течение эволюции биосферы. В частности известно, что эволюция живого происходила в условиях экранирования озоном атмосферы коротковолнового ультрафиолета, который оказывает губительное воздействие на большинство живых организмов, среди которых высокую чувствительность демонстрирует микробиота. На современном этапе развития цивилизации все большее применение получают ЭМИ с параметрами, существенно отличающимися от характеристик ЭМИ естественного происхождения. Вполне возможно, что эти излучения способны оказать негативное влияние на некоторые организмы и эти эффекты мы можем приписывать к действию более привычных и изученных факторов. По всей видимости, к задачам экологического нормирования следует отнести изучение рядов чувствительности живых организмов к приоритетным физическим и химическим факторам.