

НЕИОНИЗИРУЮЩИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ

УДК 537.87:611.441:612.441

ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

© 2020 г. Ю. Г. Григорьев^{1,2,*}, З. А. Воронцова³, И. Б. Ушаков¹

¹ Государственный научный центр — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва, Россия

² Российский Национальный Комитет по защите от неионизирующего излучения, Москва, Россия

³ Воронежский Государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия

*E-mail: profgrig@gmail.com

Поступила в редакцию 17.12.2019 г.

После доработки 30.01.2020 г.

Принята к публикации 12.02.2020 г.

В работе приведены результаты опубликованных материалов отечественных и зарубежных ученых, занимающихся проблемами исследования воздействия электромагнитных полей на состояние щитовидной железы. Заболеваемость раком щитовидной железы растет во многих странах, и ряд ученых связывают такой эффект с повсеместным воздействием электромагнитных полей мобильной связи на железу. Констатируется, что рак щитовидной железы является самым быстрорастущим заболеванием в США. Широкий круг ученых рекомендует проводить дополнительные исследования в связи с внедрением новых технологий в систему мобильной связи (стандарт 5G). Повышенный риск поражения щитовидной железы, как критического эндокринного органа, индуцирует опосредованные биоэффекты электромагнитного воздействия на уровне всего организма. Даны рекомендации по снижению электромагнитной нагрузки на организм пользователя сотовой связью.

Ключевые слова: сотовая связь, мобильные телефоны, электромагнитные поля, щитовидная железа

DOI: 10.31857/S0869803120050112

Интенсивное использование электромагнитных полей (ЭМП) в различных сферах деятельности человека привело к формированию реально опасного экологического фактора внешней среды. Мировое научное сообщество не располагает на сегодня достаточными научными базовыми данными, позволяющими оценить риск воздействия на человека масштабного электромагнитного загрязнения окружающей среды [1]. В 1996 г. был создан Консультативный комитет при ВОЗ по Международному проекту “ЭМП и здоровье населения” [2].

Критическими органами, непосредственно испытывающими воздействие ЭМП, можно считать головной мозг, сенсорные системы (зрительная, слуховая, вестибулярная), щитовидную железу (ЩЖ), слюнные железы. При этом особого внимания заслуживают отдаленные последствия биоэффектов ЭМП в условиях хронического прерывистого воздействия.

Было установлено, что биологически активными являются ЭМП РЧ, импульсные ЭМП, а также сложные воздействия ЭМП, например, связанные с частотной и амплитудной модуляцией [3–7].

Сотовые антенны у многих смартфонов расположены в нижней части мобильных телефонов (МТ) и более вероятно, что прямое облучение будет в области шеи (рис. 1) [8]. Учитывая это, зарегистрирован риск, взаимосвязанный с использованием МТ, вызывающих нарушение, прежде всего, функции ЩЖ. Длительное и регулярное облучение населения ЭМП может привести к значительному повышению риска возникновения опухолей ЩЖ и особенно у детей, учитывая расстояние между ЩЖ и антенной МТ (рис. 1).

Были проведены дозиметрические исследования [9] в области шеи и головы во время использования сотового телефона. Результаты показали, что поглощенная энергия (SAR) в ЩЖ гораздо больше, чем в области головы. Однако значения SAR в ЩЖ меньше предельно допустимых уровней ПДУ, установленных в США.

В начале века появились публикации с результатами исследований о нарушениях морфофункционального состояния ЩЖ при воздействии ЭМП модулированного импульсного режима у пользователей МТ. Были выявлены изменения на уровне паренхимы и стромы [10–12]. Воздействие радиочастотных (RF) импульсно-модулирован-

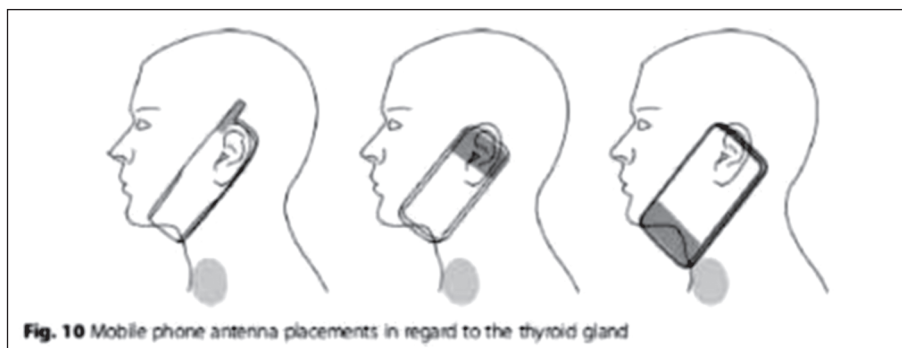


Рис. 1. Расположение антенны смартфонов по отношению к щитовидной железе.

Fig. 1. The location of the smartphone antenna in relation to the thyroid gland.

ных полей с частотой 900 МГц, SAR 1.35 Вт/кг по 20 мин в сутки на протяжении 3 нед вызвало в ЩЖ компенсаторное возрастание высоты фолликулярного эпителия, изменение консистенции коллоида фолликулов, апоптотическую гибель тироцитов. С помощью трансмиссивной электронной микроскопии при анализе содержания каспазы-9 и каспазы-3 — маркеров апоптотической гибели клеток — был подтвержден эффект снижения защиты от гибели тироцитов. Авторы считают, что импульсно-модулированное воздействие ЭМП может вызвать патологические изменения в ЩЖ на фоне возрастания каспаза-зависимых путей апоптоза [12, 13].

Были опубликованы данные о дисфункции ЩЖ у студентов, длительно использующих МТ без ограничения [14]. Выборка составила 83 студента. Клиническое обследование показало, что 13.6% испытуемых имели отек ЩЖ, 3.6% — симптомы дисфункции ЩЖ и 3.6% имели симптомы дисфункции ЩЖ с признаками отека. При этом 53% опрошенных в среднем ежедневно разговаривали по телефону по 0.5 ч; 28.9% — по 1.5 ч в день и 10.8% опрошенных — по 3.5 ч.

В публикациях отечественных ученых также имеются данные о нарушениях функции ЩЖ при воздействии ЭМП на крыс, перемещающихся в свободном режиме [15]. После 5-месячного воздействия импульсов ЭМП были выявлены активизация гормонообразования по показателям степени йодирования аминокислот в коллоиде фолликулов ЩЖ и угнетение процессов их выведения в кровь. Наиболее выраженный эффект угнетения функции ЩЖ был обнаружен после 10-месячного воздействия ЭМП [15]. Наблюдалось фолликулообразование с возрастанием числа пролиферативных сосочков, но плоский тиреоидный эпителий утрачивал функциональность (рис. 2). Была также выявлена избирательная электромагнитная чувствительность отдельных типов тучных клеток стромы ЩЖ, регулирующих процессы местного гомеостаза и определяющих их уча-

стие в модификации реакций на воздействие ЭМП за счет изменения количества и качества, а также способа высвобождения биологически активных веществ, причем в зависимости от продолжительности воздействия.

Заболеваемость раком ЩЖ (прежде всего папиллярным раком ЩЖ) растет во многих странах. Ряд ученых предположительно связывают такой эффект с воздействием ЭМП мобильной связи. В 2014 г. были опубликованы данные, позволяющие авторам сделать вывод об увеличении заболеваемости раком щитовидной железы в Южной Корее, начиная с 2002 г. [18]. Соответствующая динамика “эпидемии” рака ЩЖ представлена на рис. 3.

Авторы указывают, что по данным Агентства по исследованию рака щитовидной железы обнаружено, что заболеваемость более чем в 2 раза возросла во Франции, Италии, Хорватии, Чешской Республике, Израиле, Китае, Австралии, Канаде и США, но без сопутствующего возрастания смертности. Авторы считают, что это только “верхушка айсберга” рака щитовидной железы [18]. В 2017 и 2018 г. также было сделано два обобщения о росте развития папиллярных опухолей ЩЖ, связанных с интенсивным воздействием ЭМП [19, 20]. Возросли заболеваемость папиллярным раком ЩЖ и смертность среди пациентов в Соединенных Штатах с 1974 по 2013 г., и годовой процент прироста в среднем составил 4.4%. Смертность в период с 1994 по 2013 г. на основе заболеваемости ЩЖ возросла на 1.1% в год. В 2018 г. была опубликована статья, в которой подведен итог предшествующим исследованиям, посвященным установлению связи между использованием МТ и развитием рака ЩЖ в США [20]. Исследования были проведены Йельской школой медицины и Департаментом здравоохранения штата Коннектикут, США. Авторы считают, что с большой долей достоверности и при наличии высокого риска у “тяжелых” пользователей (разговор по телефону более 2 ч в день) и

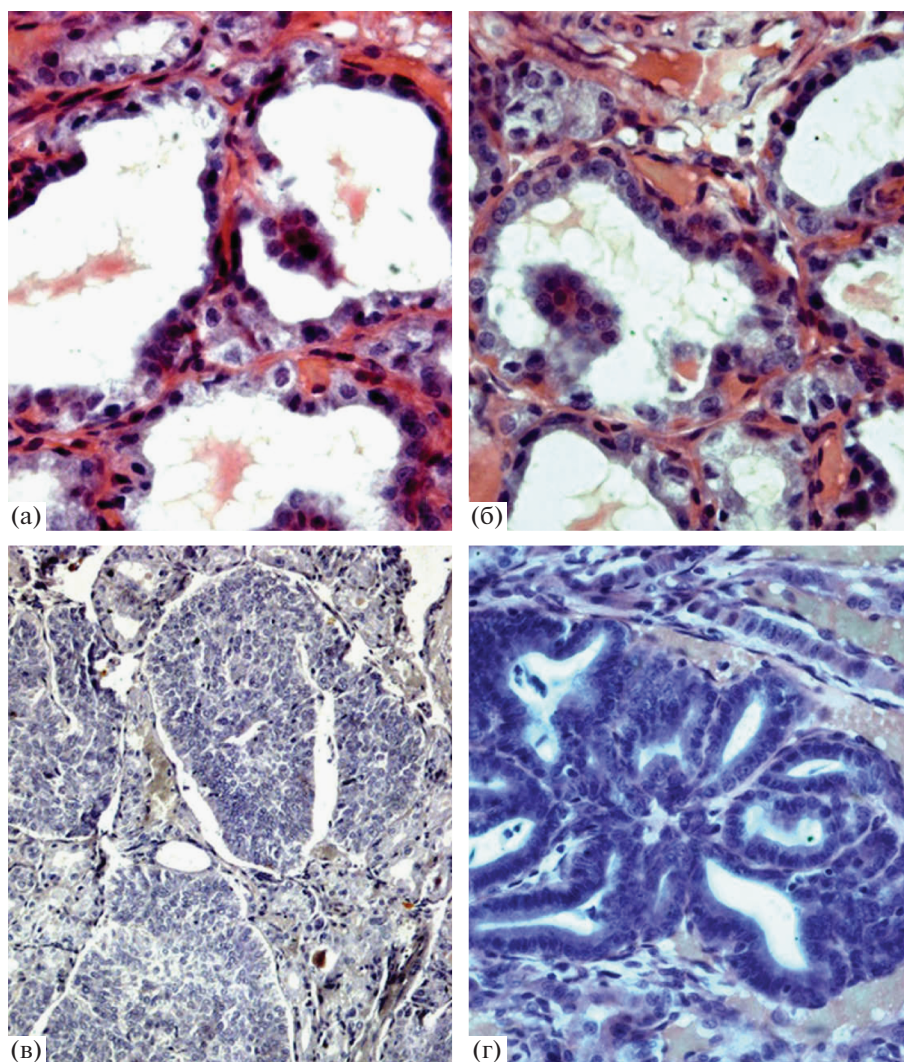


Рис. 2. Морфология щитовидной железы после воздействия ЭМП. а, б — образование пролиферативных сосочков. Активное фолликулообразование; в, г — тубулярные образования, сочетающиеся с папиллярно-фолликулярным раком. Окраска гематоксилином и эозином ($\times 400$).

Fig. 2. Thyroid morphology after exposure to electromagnetic fields (EMF). а, b — formation of proliferative papillae. Active follicle formation; c, d — tubular formations combined with papillary-follicular cancer. Stained with hematoxylin and eosin ($\times 400$).

долгосрочных пользователей МТ (более 15 лет) прогнозируется зависимость с очень высоким риском. Женщины, которые использовали МТ более 2 ч в день, имели больший риск развития рака ЩЖ по сравнению со шнурами телефонами. Констатируется, что рак ЩЖ является самым быстрорастущим заболеванием в США, его частота возросла почти в 3 раза: с 1980-х годов — из четырех случаев на 100 000, и 15 человек на 100 000 в 2014 г. Рост новых случаев рака ЩЖ увеличился в среднем до 3% в год за последние 10 лет по данным эпидемиологической программы NCI Surveillance, Epidemiology End Results-9 (SEER-9) и реестру Национального института рака США “Рак щитовидной железы” [22] (рис. 4).

По оценкам Национального института рака (NCI) в 2018 г. диагностировано 53 990 новых слу-

чаев рака ЩЖ, что делает его 12-м из наиболее распространенных заболеваний в США.

Оценка степени опасности для нормального функционирования ЩЖ встречает большие трудности. Имеется несколько препятствий для количественной характеристики риска. Главное — это отсутствие консенсуса в методологии разработки допустимых уровней воздействия ЭМП. В настоящее время рекомендуемые допустимые уровни в различных странах отличаются на несколько порядков. МТ является реальным источником ЭМП, воздействующим на организм. МТ находится в открытой продаже и доступен к использованию всеми группами населения, включая детей.

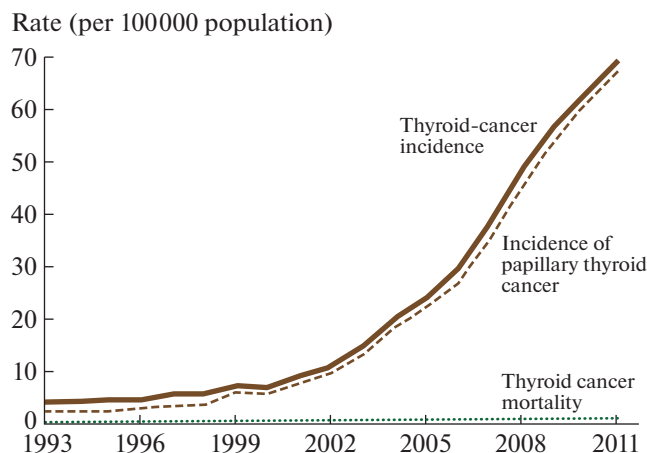


Рис. 3. Динамика заболеваемости раком щитовидной железы в Южной Корее.

Fig. 3. Dynamics of thyroid cancer incidence in South Korea

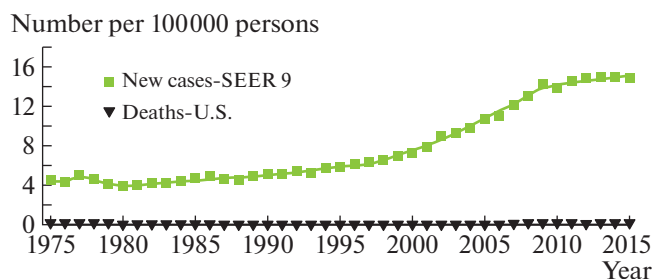


Рис. 4. Динамика развития рака щитовидной железы и смертность в США.

Fig. 4. Dynamics of thyroid cancer and mortality in the United States.

В условиях существующей неопределенности однозначных научных результатов для снижения риска электромагнитного облучения населения, снижения электромагнитной нагрузки, в частности на мозг и ЩЖ, необходимо активно информировать пользователей о риске для здоровья ЭМП сотовой связи. На сегодня имеется эффективный способ снижения электромагнитной нагрузки на организм пользователя — это самоограничение, иначе — добровольный риск [21]. При этом необходимо использовать два классических метода в системе радиационной безопасности для снижения интенсивности облучения ЭМП РЧ: резко сокращать время разговора (защита временем) и увеличивать расстояние между головой и МТ (защита расстоянием). Для этого необходимо увеличивать расстояние между МТ и ухом, используя соответствующую гарнитуру.

ВЫВОДЫ

1. Анализ опубликованных результатов исследований позволяет констатировать, что много-

кратные воздействия электромагнитных полей могут привести к увеличению риска развития патологии ЩЖ в виде гипертиреоза, индуцируя связанные с этим изменения на уровне всего организма, или даже инициировать процесс канцерогенеза.

2. Своевременный индивидуальный донозологический контроль в хронодинамике жизнедеятельности позволит выявить и оценить возникшие изменения в ЩЖ. Это диктует необходимость более широкого применения современных методов раннего выявления нарушений функций щитовидной железы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьев Ю.Г. Мобильная связь и электромагнитный хаос в оценке опасности для здоровья населения. Кто несет ответственность? // Радиационная биология. Радиоэкология. 2018. Т. 58. № 6. С. 643–645. [Grigoryev Yu.G. Mobile communications and electromagnetic chaos in assessing the danger to public health. Who is responsible? // Radiation Biology. Radioecology. 2018. T. 58. No 6. S. 643–645. (In Russian)]
2. WHO. Int. Advisory Committee. The Int. IMF Project // WHO. Int/emf
3. Черкасова Ю.Б., Степанов Д.С., Воронцова З.А. Экспериментальная оценка отдаленных пострadiационных эффектов на гормонообразование щитовидной железы // Новые медицинские технологии в медицине, биологии, фармакологии и экологии: Тр. Междунар. конф., 2011. Украина, Крым. Ялта–Гурзуф. С. 202–204. [Cherkasova Yu.B., Stepanov D.S., Vorontsova Z.A. Experimental evaluation of long-term post-radiation effects on thyroid hormone formation // New medical technologies in medicine, biology, pharmacology and ecology: Proc. Int. conf., 2011. Ukraine, Crimea. Yalta–Gurzuf. S. 202–204. (In Russian)]
4. Свиридова О.Ф., Есауленко И.Э., Ушаков И.Б. и др. Морфологические паттерны в реализации эффектов импульсов электромагнитных полей. Проблемы электромагнитной экологии в науке, технике и образовании: 7-я междунар. науч.-практ. конф.: Сб. науч. трудов. Ульяновск, 2008. С. 48–54. [Sviridova O.F., Esaulenko I.E., Ushakov I.B. et al. Morphological patterns in the implementation of the effects of pulses of electromagnetic fields. Problems of electromagnetic ecology in science, technology and education: 7th Int. scientific and practical conference: Sat. scientific labor. Ulyanovsk, 2008, P. 48–54. (In Russian)]
5. Воронцова З.А., Логачева В.В., Степанян Н.А. Прогностическое моделирование популяции тканевых базофилов стромы щитовидной железы в возрастной динамике при воздействии импульсов электромагнитного поля // Новые информационные технологии в медицине, биологии, фармакологии, и экологии: Сб. мат. 14-й междунар. конф. в приложении к журналу “Открытое образование”. 2006. С. 106–107. [Vorontsova Z.A., Logacheva V.V., Stepanyan N.A. Predictive modeling of the tissue basophil population of thyroid stroma in age dynamics when

- exposed to electromagnetic field pulses // *New Information Technologies in Medicine, Biology, Pharmacology, and Ecology: Sat. materials of the 14th int. conf. in the annex to the journal "Open Education"*. 2006. P. 106–107. (In Russian)]
6. Григорьев Ю.Г. Биоэффекты при воздействии модулированных электромагнитных полей в острых опытах (по итогам отечественных исследований) // Ежегодник РНКЗНИ. М., 2003. С. 16–72. [Grigoryev Yu.G. Bioeffects when exposed to modulated electromagnetic fields in acute experiments (based on domestic studies). RNCNIP, Yearbook. M., 2003. P. 16–72. (In Russian)]
 7. Григорьев Ю.Г., Григорьев О.А. Сотовая связь и здоровье. М.: Экономика, 2016. 574 с. [Grigoryev Yu.G., Grigoryev O.A. Cellular communication and health. M.: Economics, 2016. 574 p. (In Russian)]
 8. Carlberg M., Hedendahl L., Ahonen, Koppel T., Hardell L. Increasing incidence of thyroid cancer in the Nordic countries with main focus on Swedish data // *BMC Cancer*. 2016. V. 16. P. 246–252.
 9. Lu M., W X.Y. Study of specific absorption rate (SAR) induced in human endocrine glands for using mobile phones // *IEEE Asia-Pacific International Symposium on Electromagnetic Compatibility (APEMC)*, 2016. P. 1084–1086. (Journal not peer-reviewed)
 10. Bergamaschi A., Magrini A., Ales G., Coppeta L., Somma G. Are thyroid dysfunctions related to stress or microwave exposure (900 MHz)? // *Int. J. Immunopathol. Pharmacol.* 2004. May-Aug; V. 17. № 2. Suppl. P. 31–60.
 11. Djeridane Y., Tuitou Y., de Seze R. Influence of electromagnetic fields emitted by GSM-900 cellular telephones on the circadian patterns of gonadal, adrenal and pituitary hormones in men // *Radiat. Res.* 2008. Mar. V. 169. № 3. P. 337–343.
 12. Mortavazi S., Habib A., Ganj-Karami A. et al. Alterations in TSH and thyroid hormones following mobile phone use // *Oman Med. J.* 2009. № 10. Oct; V. 24. № 4. P. 274–278.
<https://doi.org/10.5001/omj>
 13. Esmekaya M., Seyhan N., Ömeroglu S. Pulse modulated 900 MHz radiation induces hypothyroidism and apoptosis in thyroid cells: a light, electron microscopy and immunohistochemical study // *Int. J. Radiat. Biol.* 2010. V. 86. № 12. P. 1106–1116.
 14. Baby N.M., Koshy G., Mathew A. The effect of electromagnetic radiation due to mobile phone use on thyroid function in medical students studying in a medical college in South India // *Ind. J. Endocrinol. Metab.* 2017. V. 21. № 6. P. 797–802.
 15. Воронцова З.А. Реакция щитовидной железы на длительное воздействие электромагнитного излучения // *Вестн. новых мед. технологий. Тула*. 2003. Т. 10. № 3. С. 34. [Vorontsova Z.A. Thyroid response to prolonged exposure to electromagnetic radiation // *Bull. New Med. Technologies. Tula*. 2003. V. 10. № 3. S. 34. (In Russian)]
 16. Asl J.F., Larijani B., Zakerkish M., Rahim F. et al. The possible global hazard of cell phone radiation on thyroid cells and hormones: a systematic review of evidences // *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 2019. May 6. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05096-z>
 17. Silva V., Hilly O., Strenov Y. et al. Effect of cell phone-like electromagnetic radiation on primary human thyroid cells // *Int. J. Radiat. Biol.* 2016. V. 92. № 2. P. 107–115.
 18. Ahn H., Kim H., Welch H. Korea's Thyroid-Cancer "Epidemic" – Screening and Overdiagnosis // *New Engl. J. Med.* 2014. V. 371. P. 1765–1767.
 19. Lim H., Devesa S., Sosa J. et al. Trends in Thyroid Cancer Incidence and Mortality in the United States, 1974–2013 // *JAMA*. Publ. online March 31, 2017. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.2719> MMF. View point? Mobil phones and children. 2008.18p. <https://seer.cancer.gov/statfacts/html/thyro.html>
 20. Luo J., Deziel N., Huang H. et al. Cell phone use and risk of thyroid cancer: a population-based case-control study in Connecticut // *Ann. Epidemiol.* 2018. Oct 29. pii: S1047-2797(18)30284-9. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2018.10.004>
 21. Grigoryev Yu. The four indisputable postulates // *Truth to the risk assessment of mobile communications for public health (our opinion) EMF Workshops on risk communication*. Brussels: SANCO, 2013. P. 6–7.

Evaluation of the Hazards of Electromagnetic Fields on the Morphofunctional Condition of the Thyroid Gland

Yu. G. Grigoryev^{a,b,#}, Z. A. Vorontsova^c, and I. B. Ushakov^a

^a A.I. Burnazyan State Scientific Center – Federal Medical Biophysics Center FMBA of Russia, Moscow, Russia

^b Russian National Committee on Non-Ionizing Radiation Protection, Moscow, Russia

^c N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia

[#] E-mail: profgrig@gmail.com

The paper presents the results of publication materials of Russian and foreign scientists investigating the effects of electromagnetic fields from mobile communications systems on the thyroid gland. The incidence of thyroid cancer is increasing in many countries and a number of researchers attribute this effect to the widespread exposure to electromagnetic fields from mobile communications. Thyroid cancer is said to be the fastest growing disease in the United States. A great number of scientists recommend conducting additional research in connection with the introduction of new technologies in the system of mobile communications standards (5G standard). An increased risk of damage to the thyroid gland as a critical endocrine organ induces indirect bioeffects of electromagnetic effects at the level of the whole body. Recommendations are given on reducing the electromagnetic load on the body of a user using cellular communications.

Keywords: cellular communication, mobile phones, electromagnetic fields, thyroid gland