

А ТАК ЛИ ОПРАВДАНО РАЗВИТИЕ 5G СЕТЕЙ?

¹С.Г. Харченко, ²Н.К. Жижин

¹Российский университет дружбы народов, г. Москва,

²Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий федерального медико-биологического агентства России, г. Москва

Представлен анализ целесообразности развития электромагнитных сетей 5G. Авторы опирались в своём анализе на официальные документы: Концепцию создания и развития сетей 5G/IMT-2020 в Российской Федерации, выпущенную Минкомсвязи России, авторитетные международные доклады и публикации авторитетных рецензируемых международных журналов. Изложены преимущества и неблагоприятные последствия развития 5G сетей. Предложена классификация преимуществ развития 5G сетей. Особое внимание уделено потенциальным возможностям 5G сетей обеспечить полицейские функции, в частности, обеспечить возможность тотальной слежки за любым человеком. Приводится анализ риск-затраты-выгоды, позволяющий сделать выводы об оправданности развития 5G сетей. Результаты заставляют сомневаться в оправданности затрат в триллионы рублей для развития 5G сетей в Российской Федерации.

Ключевые слова: сети беспроводной связи 5G, электромагнитное излучение, воздействие на здоровье человека

Статья поступила в редакцию 07.09.2020, доработана 25.12.2020, принята к публикации 08.02.2021

Is it Really Justified 5G Networks Development?

¹S.G. Kharchenko, ²N.K. Zhizhin

¹Peoples' Friendship University of Russia, 117198 Moscow, Russia

²Federal scientific and clinical center for specialized types of medical care and medical technologies of the Federal medical and biological Agency of Russia, 115682 Moscow, Russia

The article is devoted to the analysis of the expediency of 5g electromagnetic networks development. The authors based their analysis on official documents: the Concept of creating and developing 5G/IMT-2020 networks in the Russian Federation, issued by the Ministry of communications of the Russian Federation, authoritative international reports, publications of the Expert magazine prepared by supporters of the 5G networks development, and publications of authoritative peer-reviewed international journals. The authors describe the advantages and adverse consequences of 5G networks development. They offered their own classification of the advantages of 5G networks development by dividing them into explicit, implicit and hidden. Special attention is paid to the potential possibility of 5G networks to provide police functions, in particular, to provide all aspects of total surveillance of any person. The latest scientific articles and reports of 2020 on the adverse consequences of 5G networks development are analyzed by authors. Although the risk-cost-benefit analysis is carried out, which makes it possible to make negative conclusions about the expediency of 5G networks development. The analysis makes us doubt whether the cost of trillions of rubles for 5G networks development in the Russian Federation is justified.

Keywords: 5G wireless networks, electromagnetic radiation, effects on human health

Received 07.09.2020, revised 25.12.2020, accepted for publication 08.02.2021

DOI: 10.18412/1816-0395-2021-2-66-71

Подробно обсудив проблемы и риски развития 5G сетей (рис. 1, 2), авторы хотят проанализировать — а так ли оправдано развитие 5G сетей?

В этом нам помогут документы, опубликованные сторонниками и противниками развития 5G сетей [1, 2].

Разберём последовательно явные и скрытые преимущества и неблагоприятные по-

следствия развития 5G сетей, сравним их с другими проблемами страны и сравним затраты и перспективы решения этих проблем. Мы разделили все преимущества развития 5G сетей на явные, неявные и скрытые.

Явные преимущества развития 5G

Авторы подробно описали преимущества сетей 5G в пре-

дыдущих статьях. Также в статье журнала "Эксперт" [2] отмечается, что "сети 5G обещают потребителям три важные вещи: высокую скорость передачи данных (1 Гбит/с в среднем, более 10 Гбит/с в пике), гарантированную сверхнизкую задержку передачи информации (1–10 мс) в сочетании со сверхнадежной ее доставкой и возможность одно-временного подключения ог-

ромного количества устройств (до 1 млн на 1 км² на одну базовую станцию)." Как отмечено в Концепции¹, в сетях 4G LTE Advanced суммарная пропускная способность может быть достигнута до 100 Гбит/с/км² при задержке до 7 мс, поэтому необходимо уточнить, для каких случаев необходима большая пропускная способность и меньшая задержка. Автор статьи в "Эксперте" отмечает то, что отсутствует в Концепции — для чего нужна большая надёжность 5G сетей: "...это так называемый критический интернет вещей, то есть устройства, которые посылают очень важную информацию, потери которой не должны превышать 10⁻⁵, и обеспечивают очень низкую задержку, не более одной миллисекунды". Это группа устройств интернета вещей, которые связаны с управлением какими-то другими устройствами. А такими устройствами являются уже не дроны (для них это излишне), это необходимо только для управления ракетами, в частности (и в особенности) сверхзвуковыми ракетами.

Что касается одновременного подключения огромного количества устройств, которое отмечается как важнейшее преимущество 5G сетей, то в сетях 4G LTE Advanced возможно подключение до 100000 устройств на 1 км². При плотности населения самого густонаселённого места в Российской Федерации — г. Москве — менее 5000 чел/км² (на 1.01.2020 г.) трудно предположить ситуацию с такой концентрацией гаджетов, не говоря уже о других территориях России. Рождение в семье более 10 детей или наличие в одной семье 20 и более смартфонов предполагается ситуацией невероятной. "Сценарии со сверхвысокой концентрацией датчиков IoT в отдельных зонах (производство, инфраструктура)"¹ (для которых требуются сети 5G) в России как в



Рис. 1. Передающая станция беспроводных 5G сетей, работающая в диапазоне 24–95 ГГц. Источник: Broad, William J. The 5G Health Hazard That Isn't The 5G Health Hazard That Isn't. The New York Times. July 16, 2019. URL: <https://www.nytimes.com/2019/07/16/science/5g-cellphones-wireless-cancer.html> (дата обращения 17.08.2020)

Fig. 1. 5G wireless network transmitting station operating in the 24–95 GHz band. Source: Broad, William J. The 5G Health Hazard That Isn't The 5G Health Hazard That Isn't. The New York Times. July 16, 2019. URL: <https://www.nytimes.com/2019/07/16/science/5g-cellphones-wireless-cancer.html> (date of application August 17, 2020)

производстве, так и развитии инфраструктуры в ближайшие 100 лет представляются маловероятными — у нас до сих пор в некоторых местах работает оборудование довоенное, а то и дореволюционное, а во многих регионах состояние дорог такое же, как было до революции. Насчет сверхнадежной связи в Концепции отмечено, что как "удаленный контроль производственного оборудования и объектов..., так и управление производством, передачей и потреблением электроэнергии ("умные" сети) — возможно с 4G LTE Advanced." Использование дронов для наблюдения и доставки, а также частичная автоматизация транспортной системы — тоже возможны с 4G LTE Advanced [1].

Таким образом, явные преимущества развития 5G, отмеченные в журнале "Эксперт" [2], даже при поверхностном анализе позволяют усомниться в них, и во всяком случае дают основание полагать, что это не очевидные преимущества.

Вывод, к которому приходит автор статьи в "Эксперте": "Заметим, что для простых пользователей, в принципе, вполне достаточно 4G — уже этот стандарт позволяет смотреть потоковые видео и играть в ресурсоемкие игры без существенных неудобств". "С точки зрения человека, имеющего мобильный телефон или планшет, 4G или 5G — это небольшая разница, скачаю я фильм за пятнадцать минут или пять", — цитата из высказывания вице-президента компании Zelax Виктора Зефинова [2].

Если явные преимущества развития 5G, по-видимому, не очевидны, то возникает вопрос: почему развитые государства и их IT-компании так стремятся к развитию 5G сетей. На это совершенно ясно отвечает автор статьи в "Эксперте", цитируя результаты исследования, проведенного компанией Qualcomm Inc., известным разработчиком и исследователем беспроводных средств связи: "полный экономический эффект от развития сетей 5G по всему миру к 2035 г. может превысить 13 трлн долларов.

¹См. более подробно работу авторов [3] (Концепция, С. 15–18).

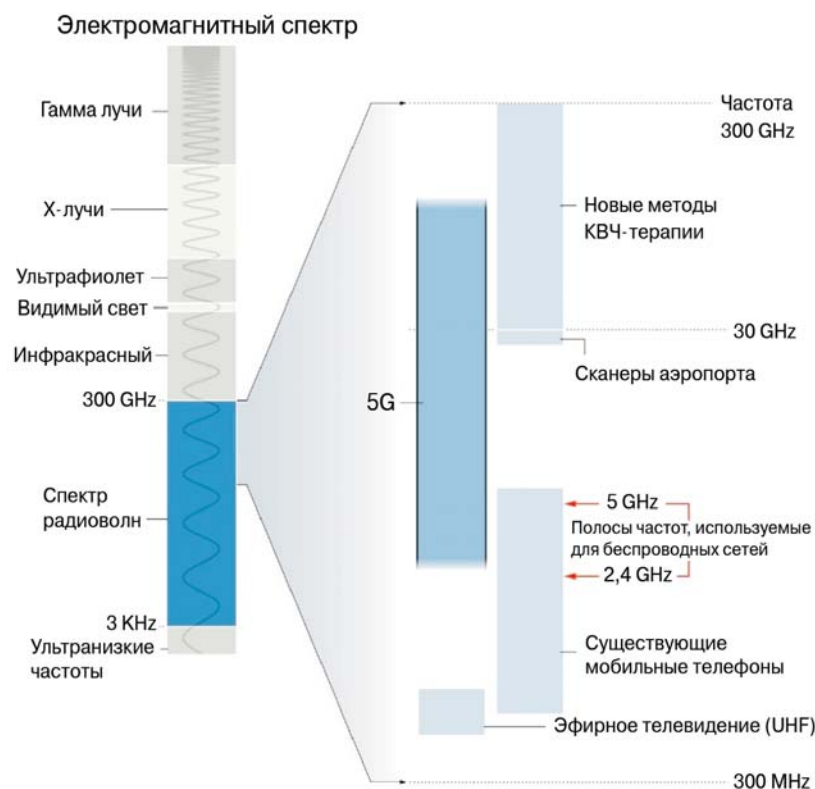


Рис. 2. Электромагнитный спектр. Источник: Broad, William J. The 5G Health Hazard That Isn't. The New York Times. July 16, 2019. URL: <https://www.nytimes.com/2019/07/16/science/5g-cellphones-wireless-cancer.html> (дата обращения 17.08.2020)

Fig. 2. The electromagnetic spectrum. Source: Broad, William J. The 5G Health Hazard That Isn't. The New York Times. July 16, 2019. URL: <https://www.nytimes.com/2019/07/16/science/5g-cellphones-wireless-cancer.html> (date of application August 17, 2020)

Борьба идет за большие деньги". Когда "на кону" стоят такие деньги, то все остальные вопросы уходят на "второй план", включая этические проблемы, вопросы здоровья, государственные интересы, национальные ценности и т.д. и т.п.

Неявные преимущества развития 5G

Такими преимуществами развития 5G являются те преимущества, о которых не упоминается ни в Концепции, ни в статье "Эксперта", но которые частично перечислены в предыдущих статьях авторов, и нам представляется, что именно эти преимущества являются определяющими. Речь идёт о военных преимуществах. Действительно — только сети 5G могут обеспечить как управление гиперзвуковыми ракетами, так и обеспечение противора-

кетной обороны от такого оружия; только они позволят создавать "умные военные базы", мощную "боевую сеть", использовать многочисленные "портативные предметы боя" и многое другое¹.

В любом случае, неявные преимущества развития 5G, отмеченные авторами, даже при поверхностном анализе позволяют полагать, что эти преимущества очевидны и несомненны. Почему преимущества несомненные только для военных, причем конкретно для Министерства обороны США, так интенсивно развиваются государственными гражданскими службами развитых стран мира, объясняется достаточно просто: для военных расходы в сотни триллионов долларов для полного построения инфраструктуры системы сетей 5G — это слишком большие расходы даже для США. А

когда эти расходы распределяются между всеми развитыми странами мира — это большой успех американской дипломатии, добившейся обеспечения национальных военных интересов США за чужой счет.

Скрытые преимущества развития 5G сетей

Таковыми скрытыми преимуществами (не исключена возможность, что именно они являются главными) развития 5G являются те преимущества, о которых не упоминается ни в Концепции, ни в статье "Эксперта", но эти возможности 5G сетей уже сейчас используются в армии США в виде "нового нелетального оружия" в ходе операций по борьбе с повстанцами для предотвращения жертв среди гражданского населения, для эффективного разгона демонстраций, для поражения как толпы, так и отдельных людей. Но устройства 5G будут оснащены многочисленными антеннами, организованными в "фазированные антенные решетки" [4], совместно передающими сфокусированные управляемые похожие на лазер лучи, отслеживающие друг друга. Технология сетей 5G при полном развертывании системы потенциально обладает способностью отслеживать местонахождение любого человека, а при наличии системы распознавания лиц и единого федерального информационного регистра населения такая технология позволит отслеживать любого человека в любом месте планеты Земля, направленно влиять на него (луч сети 5G может быть хорошо сфокусирован), вплоть до его, если потребуется, уничтожения путём "поджаривания мозгов". То есть сети 5G обеспечивают такое **скрытое преимущество**, как полицейские функции, в частности обеспечивают все вопросы тотальной слежки за любым человеком без внедрения каких-либо чипов, хотя

этого тоже нельзя исключить. Одно это преимущество способно оправдать вложение любых денежных средств. Китай уже эффективно апробировал эти полицейские функции во время эпидемии коронавируса. С. Собянин в Москве успешно доказал, что полицейские функции можно успешно обеспечивать и без помощи сети 5G, за время эпидемии коронавируса собрав с населения более 30 тыс. штрафов за нарушение самоизоляции (в частности, используя систему видеонаблюдения).

Неблагоприятные последствия развития 5G

Для того, чтобы провести оценку, насколько оправдано развитие 5G сетей, необходимо последовательно оценить не только преимущества, но и неблагоприятные последствия развития 5G сетей.

Неблагоприятные последствия развития 5G (частично описанные в работах [3, 5, 6]) пока для многих неочевидны, мало исследованы, но десятки и сотни научных работ и заключения экспертов говорят о том, что эти последствия могут быть катастрофическими и необратимыми, потому что они глобальны.

Фостер С. из Фонда радиационных исследований США в 2019 г. подчеркивала: "...важно знать следующее. Не существует безопасного уровня излучения 5G миллиметровой волны, который был бы установлен, не было никаких тестов воздействия 5G 24/7 на животных или людей, и в Федеральной комиссии связи США нет никакого отдела здравоохранения и безопасности, но наше здоровье и безопасность общества были доверены этой комиссии." [7]

В недавнем докладе Shirin J. из Фонда радиационных исследований США, появившемся 28 августа 2020 г., отмечено [8]: "5G, вероятно, принесет больший вред, чем все его предшественники". В

докладе обосновывается, что весьма реальные отрицательные нетепловые биологические эффекты возникают непосредственно в результате чрезвычайно низких уровней электромагнитного излучения (ЭМИ), которые на несколько порядков ниже нынешних пределов безопасности, установленных международной комиссией по защите от неионизирующего излучения (ICNIRP). А как было доказано многими исследованиями, руководящие принципы безопасности ICNIRP являются ошибочными, потому что на самом деле отрицательные нетепловые биологические эффекты происходят примерно в 100 000 раз ниже текущих допустимых уровней. Эти принципы игнорируют многие важные показатели ЭМИ, такие как биологическая гетерогенность, импульсный характер ЭМИ, сложные синусоидальные кривые доза-реакция и многие другие, вызывающие окислительный стресс; повреждение свободными радикалами; повышенный внутриклеточный уровень кальция, вызывающий хронические эффекты; повреждение клеточной ДНК; пониженные адаптивные иммунные реакции и даже полную дисрегуляцию иммунной системы; сердечные эффекты, включая тахикардию, брадикардию и аритмии, а также дефекты развития желудочков; рак, включая инициацию, развитие и прогрессирование; патологическое повреждение нескольких органов (например, печени, почек, матки, мочевого пузыря, яичек); микроэлементные нарушения в тканях; повреждение глазного яблока; пониженная фертильность; гормональная дисрегуляция; неврологические/нейропсихиатрические эффекты; нарушение сна; нарушение памяти, двигательных навыков, внимания, когнитивных функций и другие повреждения. Причем ЭМИ 2G-4G уже вызывают эти нетепловые, негативные

биологические эффекты на уровнях в 1000 раз ниже, чем те, которые установлены ICNIRP как безопасные, поэтому 5G не будет более безопасным. Уровень ЭМП, излучаемого на объектах 5G, в 150 000 раз выше своего максимума для 2G-4G (приемлемых уровней ICNIRP), чем существующий стандарт, который учитывает нетепловые отрицательные эффекты ЭМП. Общее заключение доклада Shirin J.: "Мы являемся морскими свинками в этом эксперименте и подвергаемся воздействию без каких-либо испытаний на безопасность."

В работе Нарена и др. [9] подчеркивается, что "если сети 5G будут развернуты без тщательного анализа ожидаемых уровней воздействия, то почти все люди в зоне покрытия могут подвергнуться воздействию опасных уровней плотности потока мощности, последствия которых в ближайшем будущем могут оказаться катастрофическими."

Оправданность развития 5G сетей

Чтобы сделать заключение об оправданности развития сетей 5G, необходимо провести анализ неопределенностей, который включает анализ "риска-затраты-выгоды".

Методология этого анализа требует ответить на целый ряд вопросов — разберем их последовательно.

1. *Какова природа рисков, связанных с воздействием ЭМИ? Насколько серьезны их потенциальные последствия? Являются ли они обратимыми?*

2. *Какова вероятность подвергнуться воздействию ЭМИ каждого человека в данной точке пространства? Как накапливается опасное воздействие через какое-то время? Происходит опасное воздействие однократно в течение короткого периода времени, в нескольких эпизодах, или может иметь хронический характер в течение более длительного периода времени?*

3. Насколько сильнодействующим является опасное воздействие? Каково отношение воздействия или "дозы" к ответной реакции?

4. Как распределяется опасное воздействие? В частности, какие группы получают непропорционально высокую долю опасного воздействия?

5. Какова чувствительность различных социальных групп к опасному воздействию? Какова соответствующая оценка вреда для высоко чувствительных групп населения, которые подвергаются опасному воздействию? Что это за группы населения (например, младенцы, дети, беременные и кормящие женщины, пенсионеры и др.), где они расположены, и какой части полного риска они подвергаются?

6. Как действующие опасные воздействия взаимодействуют с воздействиями других опасностей? Иногда одно воздействие может делать людей более чувствительными к другой опасности — синергетический эффект, а иногда воздействие одной опасности может уменьшать чувствительность к другой — блокирование воздействия. Что известно о таких эффектах?

7) Каково качество опасности? На какие органы и ткани действует данная опасность, могут ли люди уменьшить или устранить воздействие на них (и какова стоимость этого)?

На многие вопросы о риске пока нет однозначных ответов. Мировая научная общественность призывает правительства всех стран остановить развертывание 5G сетей до тех пор, пока не будут даны ответы на эти вопросы.

Однако одновременно необходимо дать ответы и на вопросы о выгодах от развертывания 5G сетей, в частности:

1. Какие выгоды связаны с сетью 5G? Кто извлекает выгоду и какими путями?

2. Сколько людей извлекает выгоды? Как долго продолжают извлекать выгоды?

3. Какие группы получают непропорционально высокую долю выгод?

4. Какова вероятность того, что проектируемые выгоды будут фактически следовать из рассматриваемой деятельности? Какие случайности могли бы вмешаться, чтобы воспрепятствовать получению этих выгод? Какова вероятность таких случайностей? Какая часть населения получит выгоды, а какая — риски при внедрении 5G; насколько вероятно наступление выгод / рисков и какие обстоятельства могут этому помешать.

Данных, необходимых для оценки рисков и выгод от внедрения 5G, в настоящее время не существует. Эксперты обсуждают точность или надежность данных, которые являются доступными. И, как правило, нет достаточно известных данных, чтобы уверенно экстраполировать из них оценку рисков (или выгоды) для всего населения. Однако только полный анализ рисков и возможных выгод может дать ответ на вопрос об оправданности развития 5G сетей.

На сегодняшний момент вполне очевидно, что основную выгоду от развертывания 5G сетей получают телекоммуникационные компании, производители телекоммуникационного оборудования — все те, кто создавал и будет создавать инфраструктуру 5G сетей. В 2019 г. Минпромторг предусматривал выделение на ближайшие 5 лет около 28 млрд руб., которые должны были разделить между собой участники программы — госкорпорация "Ростех" и Сколтех. Сколько людей извлекают выгоды — максимум миллион человек (численность всех сотрудников ИТ-компаний), при этом владельцы этих компаний (как правило, живущие за границей) получают непропорционально высокую долю выгод. Таким образом, существенная часть полученных денег осядет в зарубежных

банках. Сюда необходимо добавить существенный процент коррупционных откатов (учитывая отечественный опыт олимпийскихстроек, строительства космодрома "Восточный" и других больших проектов).

Даже если бы преимущества развития 5G сетей были бы очевидным и достижимыми, а недостатки несущественными, то можно ли затратить на решение этой проблемы считать приоритетными перед решением других застарелых проблем государства: депопуляризация населения, ухудшение здоровья, медицины, образования, жизненного уровня граждан, увеличение пенсионного возраста. В условиях, когда государство не может выделить нескольких миллиардов рублей, чтобы обеспечить инвалидов колясками [10], а Счетная палата выявила, что "на 1 января 2019 года из 116 865 зданий, в которых оказывается медицинская помощь, 14 % находились в аварийном состоянии, в 30,5 % отсутствовал водопровод, в 52,1 % — горячее водоснабжение, в 41,1 % — центральное отопление, в 35 % — канализация, в 47 % не обеспечивалась доступность для инвалидов и других маломобильных групп населения" [11]. Именно в таких условиях особенно актуален Интернет вещей с такими его элементами, как "умные кофеварки" и "умные презервативы".

Все эти проблемы требуют существенно меньших государственных вложений, чем развитие 5G сетей, обеспечение этих целей записано в Конституции, и остаются сомнения: в этих условиях можем ли мы считать затраты в триллионы рублей (в перспективе) оправданными для развития сетей 5G?

Проведенный анализ заставляет сомневаться в оправданности затрат в триллионы рублей для развития сетей 5G в Российской Федерации.

Литература

1. **Приказ** Минкомсвязи России № 923 от 27.12.2019 "Об утверждении Концепции создания и развития сетей 5G/ИМТ-2020 в Российской Федерации". [Электронный ресурс] URL: <https://digital.gov.ru/ru/documents/6990/> (дата обращения 10.11.2020).
2. **Механик А.** Это сладкое слово - 5G. Эксперт. № 35 (1173) 24 Августа 2020 (Статья опубликована) одновременно в журналах "Эксперт" и "Стимул". [Электронный ресурс]. URL: <https://stimul.online/articles/innovatsii/eto-sladkoe-slovo-5g/> (дата обращения 10.11.2020).
3. **Харченко С.Г., Жижин Н.К.** Пятое поколение сетей беспроводной связи (5G): проблемы и риски. Экология и промышленность России. 2020. Т. 24. № 12. С. 58–65. DOI:10.18412/1816-0395-2020-12-58-65.
4. **De Grasse M.** AT&T outlines 5G network architecture. RCR Wireless News, Oct. 20, 2016. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rcrwireless.com/20161020/network-infrastructure/att-outlines-5g-network-architecture-tag4>. (Accessed July 9, 2018).
5. **Харченко С.Г., Жижин Н.К.** Так ли безопасно электромагнитное излучение смартфонов? Экология и промышленность России. 2020. Т. 24. № 1. С. 69–71. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2020-1-69-71> (дата обращения 10.11.2020).
6. **Харченко С.Г., Дорохина Е.Ю.** Системный анализ как наилучший путь к экологической безопасности. Экология и промышленность России. 2017. Т. 21. № 1. С. 42–49. DOI: 10.18412/1816-0395-2017-1-42-49.
7. **Foster Susan.** EM-Radiation Research Trust. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.radiation-research.org/wp-content/uploads/2020/07/Sierra-Club-California-Arthur-Feinstein-2-9-19-2.pdf> (дата обращения 10.11.2020).
8. **Shirin J.** Analysis of 5G and Its Implications in the UK. The EM Radiation Research Trust. 28th August 2020. Ver 8.0: 28/08/2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.radiationresearch.org/wp-content/uploads/2020/08/Analysis-of-5G-and-Its-Implications-in-the-UK-28082020-002.pdf> (дата обращения 10.11.2020).
9. **Naren, Anubhav Elhence, Vinay Chamola, & Mohsen Guizani.** Electromagnetic Radiation Due to Cellular, Wi-Fi and Bluetooth Technologies: How Safe Are We? (Special Section on Antenna and Propagation for 5G and beyond) IEEE Access, March 12, 2020. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2976434. [Электронный ресурс]. URL: <https://childrenshealthdefense.org/wp-content/uploads/04-07-20-IEEE-Wireless-Concerns.pdf> (дата обращения 10.11.2020).
10. **Отчет** о работе Счетной палаты Российской Федерации в 2019 году. 2020. С. 21. [Электронный ресурс]. URL: <https://ach.gov.ru/promo/annual-report-2019/report.pdf> (дата обращения: 10.11.2020) (дата обращения 10.11.2020).
11. **Бюллетень** Счетной палаты РФ 2020. № 2 (267). С. 8. [Электронный ресурс]. URL: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/84e/84ed13237c0fe2b0dae052063e371cfe.pdf> (дата обращения 10.11.2020).

References

1. **Prikaz** Minkomsvyazi Rossii № 923 ot 27.12.2019 "Ob utverzhdenii Kontseptsii sozdaniya i razvitiya setei 5G/IMT-2020 v Rossiiskoi Federatsii". [Elektronnyi resurs] URL: <https://digital.gov.ru/ru/documents/6990/> (data obrashcheniya 10.11.2020).
2. **Mekhanik A.** Eto sladkoe slovo - 5G. Ekspert. № 35 (1173) 24 Avgusta 2020 (Stat'ya opublikovana) odnovremenko v zhurnalakh "Ekspert" i "Stimul". [Elektronnyi resurs]. URL: <https://stimul.online/articles/innovatsii/eto-sladkoe-slovo-5g/> (data obrashcheniya 10.11.2020).
3. **Kharchenko S.G., Zhizhin N.K.** Pyatoe pokolenie setei besprovodnoi svyazi (5G): problemy i riski. Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2020. T. 24. № 12. S. 58–65. DOI:10.18412/1816-0395-2020-12-58-65.
4. **De Grasse M.** AT&T outlines 5G network architecture. RCR Wireless News, Oct. 20, 2016. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.rcrwireless.com/20161020/network-infrastructure/att-outlines-5g-network-architecture-tag4>. (Accessed July 9, 2018).
5. **Kharchenko S.G., Zhizhin N.K.** Tak li bezopasno elektromagnitnoe izluchenie smartfonov? Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2020. T. 24. № 1. S. 69–71. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2020-1-69-71> (data obrashcheniya 10.11.2020).
6. **Kharchenko S.G., Dorokhina E.Yu.** Sistemnyi analiz kak nailuchshii put' k ekologicheskoi bezopasnosti. Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2017. T. 21. № 1. S. 42–49. DOI: 10.18412/1816-0395-2017-1-42-49.
7. **Foster Susan.** EM-Radiation Research Trust. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.radiation-research.org/wp-content/uploads/2020/07/Sierra-Club-California-Arthur-Feinstein-2-9-19-2.pdf> (data obrashcheniya 10.11.2020).
8. **Shirin J.** Analysis of 5G and Its Implications in the UK. The EM Radiation Research Trust. 28th August 2020. Ver 8.0: 28/08/2020. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.radiationresearch.org/wp-content/uploads/2020/08/Analysis-of-5G-and-Its-Implications-in-the-UK-28082020-002.pdf> (data obrashcheniya 10.11.2020).
9. **Naren, Anubhav Elhence, Vinay Chamola, & Mohsen Guizani.** Electromagnetic Radiation Due to Cellular, Wi-Fi and Bluetooth Technologies: How Safe Are We? (Special Section on Antenna and Propagation for 5G and beyond) IEEE Access, March 12, 2020. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2976434. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://childrenshealthdefense.org/wp-content/uploads/04-07-20-IEEE-Wireless-Concerns.pdf> (data obrashcheniya 10.11.2020).
10. **Otchet** o rabote Schetnoi palaty Rossiiskoi Federatsii v 2019 godu. 2020. S. 21. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://ach.gov.ru/promo/annual-report-2019/report.pdf> (data obrashcheniya: 10.11.2020) (data obrashcheniya 10.11.2020).
11. **Byulleten'** Schetnoi palaty RF 2020. № 2 (267). S. 8. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/84e/84ed13237c0fe2b0dae052063e371cfe.pdf> (data obrashcheniya 10.11.2020).

С.Г. Харченко – д-р физ.-мат. наук, профессор, Российский университет дружбы народов, e-mail: Kharchenko.SG@rea.ru • Н.К. Жижин – канд. мед. наук, Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий федерального медико-биологического агентства России, e-mail: gigin2000@mail.ru

S.G. Kharchenko – Dr. Sci. (Phys.-math.), Professor, Peoples' Friendship University of Russia, e-mail: KKharchenko.SG@rea.ru • N.K. Zhizhin – Cand. Sci. (Med.), Federal scientific and clinical center for specialized types of medical care and medical technologies of the Federal medical and biological Agency of Russia, e-mail: gigin2000@mail.ru