

**ЭФФЕКТЫ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
ВЫСОКИХ ЧАСТОТ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА КЛЕТКИ  
(обзор литературы)**

Д.В. ИВАНОВ, А.Н. ЛИЩУК, О.Н. БОРИСОВА

*ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», медицинский институт,  
ул. Болдина, д. 128, г. Тула, 300012, Россия*

**Аннотация.** В обзоре осуществлен анализ публикаций, посвященных влиянию электромагнитного излучения в крайневысокочастотном, сверхвысокочастотном и терагерцовом диапазонах на живые организмы. В разные годы проводились исследования эффектов его воздействия на процессы культивирования пробиотических клеток, активность дегидрогеназ в опухолевых клетках, генерацию активных форм кислорода в клетках, стабильность генетического аппарата в клетках, защитные механизмы от повреждающего действия физико-химических факторов, ультраструктуру клеток Лейдига, регенеративные эффекты в клетках Сертоли. Изучены внутриклеточные процессы при реабилитации после перенесенной внебольничной пневмонии. При этом изучено содержание в мононуклеарных лейкоцитах цельной крови циклинов, циклинзависимых киназ и их ингибиторов, состояние *IL1/TOLL*-сигнального пути в клетках крови, продукция цитокинов, состояние антиоксидантной защиты. Разрабатываются способы и устройства уменьшения пролиферации опухолевых клеток (полупроводниковый инъекционный генератор), дистанционная мультиволновая электромагнитная радионейроинженерия. Реализована возможность стимуляции выработки стволовых клеток в организме при высокочастотном воздействии. Определены перспективы применения терагерцового излучения в лечебном процессе. Определена значимость состояния микроциркуляции крови для обеспечения среднего влияния высокочастотных излучений.

**Ключевые слова:** электромагнитное излучение, крайневысокочастотное и сверхвысокочастотное излучение, терагерцовое излучение, дистанционная мультиволновая электромагнитная радионейроинженерия, полупроводниковый инъекционный генератор, внебольничная пневмония

**EFFECTS OF LOW-ENERGY ELECTROMAGNETIC RADIATION OF HIGH FREQUENCIES  
UNDER INFLUENCE ON CELLS (literature review)**

D.V. IVANOV, A.N. LISCHUK, O.N. BORISOVA

*FSBEI of HE "Tula State University", Medical Institute, Boldin Str., 128, Tula, 300012, Russia*

**Abstract.** The review analyzes publications devoted to the influence of electromagnetic radiation in the ultrahigh-frequency, microwave, and terahertz ranges on living organisms. Over the years, the studies have been carried out on the effects of its effect on the cultivation of probiotic cells, the activity of dehydrogenases in tumor cells, the generation of reactive oxygen species in cells, the stability of the genetic apparatus in cells, protective mechanisms against the damaging effects of physicochemical factors, the Leydig cell ultrastructure, and regenerative effects in Sertoli cells. Intracellular processes were studied during rehabilitation after transferred community-acquired pneumonia. In this case, the content of cyclins, cyclin-dependent kinases and their inhibitors in the mononuclear leukocytes of whole blood, the state of the *IL1 / TOLL* signaling pathway in blood cells, the production of cytokines, and the state of antioxidant defense were studied. Methods and devices are being developed to reduce the proliferation of tumor cells (semiconductor injection generator), remote multi-wave electromagnetic radio neuroengineering. The ability to stimulate stem cell production in the body with high-frequency exposure is implemented. The review identifies the prospects for the use of terahertz radiation in the treatment process, as well as the significance of the state of blood microcirculation to ensure the environmental effect of high-frequency radiation.

**Keywords:** electromagnetic radiation, ultra-high-frequency and microwave radiation, terahertz radiation, remote multi-wave electromagnetic radio neuroengineering, semiconductor injection generator, community-acquired pneumonia

Проводился анализ основных механизмов воздействия *электромагнитного излучения (ЭМИ)* в *крайневысокочастотном (КВЧ)* и *сверхвысокочастотном (СВЧ)* диапазонах на живые организмы [1, 3, 11, 28, 34, 40].

Созданы методики и аппаратура для исследования влияния электромагнитных полей на живые организмы в разночастотных диапазонах. Так, был разработан способ уменьшения пролиферации и выжи-

ваемости неопластических клеток, заключающийся в облучении культуры клеток ЭМИ *полупроводникового инжекционного генератора* (ПИГ), на основе гетероструктуры АЗВ5. Облучение осуществляли поляризованным импульсным ЭМИ с вращением вектора излучения в правую сторону, частотой ЭМИ в диапазоне от 30 до 220 ГГц, длиной волн от 1,4 до 10 мм, мощностью от  $10 \times 16$  до  $10 \times 18$  Вт/см<sup>2</sup> – в течение 1-2 мин. Затем ПИГ отключали от импульсного напряжения, поворачивали его на 180° в вертикальной плоскости и выдерживали в отключенном состоянии над биологическим объектом в течение 7-30 ч. При этом ЭМИ проводится активным слоем, расположенным между двумя выращенными слоями *n*-типа проводимости – с одной стороны и одним выращенным слоем *p*-типа проводимости – с другой стороны [27].

Был разработан способ *дистанционной мультиволновой электромагнитной радионейроинженерии* (ДМЭР) *головного мозга* (ГМ), включающий: проектирование и разметку с использованием комплексной диагностики методами *магнитно-резонансно-томографического* (МРТ) исследования ГМ: трактографии проводящих путей зон повреждений, ангиографии сосудов, *позитронно-эмиссионной томографии* (ПЭТ) ГМ или всего тела пациента, *компьютерной томографии* (КТ), *церебрального электроэнцефалографического* (ЭЭГ) картирования, *магнитоэнцефалографии* (МЭГ) – с созданием индивидуальной 3D-карты моделирования повреждений *нервной ткани* (НТ) способом программного мультитуровневого слияния данных диагностики для определения зон повреждений НТ, их разметки на коже головы пациента с помощью аппарата стереотаксической радиотерапии и радиохирургии. Это необходимо для неионизирующего стереотаксического воздействия *фокусированного ультразвука* (ФУЗ) на НТ, для ремоделирования сосудистого русла, клеточной реставрации НТ направленной клеточной интервенцией в НТ мобилизованных в периферический кровоток аутологичных *мезенхимальных стромальных стволовых клеток* (МССК), *гемопоэтических стволовых клеток* (ГСК) и *прогениторных клеток* (ПК), для коррекции вегетативного обеспечения НТ сочетанным воздействием ЭМИ с одновременным или последовательным воздействием ФУЗ. Таким образом, ДМЭР ГМ основана на последовательном многоэтапном программном комбинировании и использовании известных и разрешенных для клинического применения различных методов радиохирургического, радиотерапевтического, структурно-резонансного, ультразвукового, регуляторного мультиволнового и клеточного воздействия на структуру и функцию поврежденной НТ ГМ пациента. Инновация реализует концепцию бесконтактной и беспроводной нейрореставрации путем применения клеточных и тканево-инженерных технологий, технологий лучевой терапии, биорезонансной и ультразвуковой терапии. Регенерация и замена клеток поврежденной НТ осуществляется таргетным пластическим воздействием на поврежденные участки НТ мобилизованных в периферическую кровь аутологичных ГСК, или трансплантацией донорских гаплоидентичных ГСК, МССК и ПК. Это – эффективный новаторский способ реставрации поврежденной нервной ткани ГМ при нервных и психических болезнях [7].

Особенно перспективным является изучение ЭМИ *терагерцового* (ТГц) диапазона на биологические объекты. ТГц-излучение характеризуется меньшим рассеянием в ряде материалов по сравнению с излучением видимого и инфракрасного диапазонов. ТГц-диапазону соответствуют ротационные и вибрационные энергетические уровни полярных молекул, в том числе ДНК и белки, фоновые резонансы кристаллических решеток, что позволяет разрабатывать новые методы спектроскопии биологических образцов, проводить идентификацию молекул. ТГц-излучение перспективно для применения в медицине, оно неионизирующее, поглощается биологическими тканями с различной интенсивностью. Есть сведения о том, что ТГц-излучение перспективно для разработки новых методов диагностики опухолей. Исследовано влияние ТГц импульсного излучения с длиной волны 66 мкм, длительностью импульса 100 нс, энергией импульса 200 мДж на суспензию микробных клеток. Описано предложенное устройство для генерации ТГц-излучения. Констатировано, что ТГц-излучение при значении полной энергии, составляющем ~ 6 Дж, приводит к гибели клеток. Отсутствие изменения температуры суспензии клеток после облучения свидетельствует о том, что импульсное воздействие ТГц-излучения имело нетепловой характер. Результаты исследования верифицировались методами микробиологического посева, электронной микроскопии, электроакустического и спектрального анализа. Сделан вывод о возможности управлять жизнеспособностью бактериальных клеток ТГц-излучением с определенными параметрами [4]. Представляется обоснованным изучение эффектов ТГц-излучения на вирусы, в том числе на коронавирус SARS-CoV-2 [35].

Решена задача обеспечения воздействия на организм биообъекта (пациента) с заболеванием, требующим для лечения регуляцию изменения клеточного состава *красного костного мозга* (ККМ), а также для управления продуцированием *стволовых клеток* (СК) с их способностью к пролиферации и дифференцировке. Предложено направленное облучение ЭМИ КВЧ-диапазона с модуляцией *инфранизкими частотами* (ИНЧ). В результате происходит амплитудная модуляция ЭМИ КВЧ монохроматическим гармоническим сигналом ИНЧ, или поляризационная модуляция ЭМП КВЧ в виде изменяемой правой или левосторонней круговой поляризации ЭМИ – с ИНЧ вращения плоскости поляризации. При облучении сохраняется идентичность спектральных и пространственно-временных характеристик. Способ

управления продуцированием СК включает облучение биообъекта ЭМИ КВЧ с изменяемым параметрами, задаваемыми от подключенного к источнику агента программатором задания программ, причем облучение осуществляют *in vivo* в зоне анатомического расположения ККМ, внешним агентом - ЭМИ КВЧ в диапазоне 35-80 ГГц с поверхностной плотностью потока энергии в диапазоне 0,1-10 мВт/см<sup>2</sup>, модулированным по амплитуде с изменением частоты модуляции в диапазоне 4-10 Гц. Модуляцию производят в виде измененной право- или левосторонней круговой поляризации ЭМИ с частотой вращения плоскости поляризации излучения в диапазоне 4-10 Гц. Клеточные технологии изучались с позиций системного анализа и синтеза, сравнивались непрерывное и импульсное КВЧ-излучение, проводился сравнительный анализ модулирующих эффектов ЭМИ КВЧ-излучения при введении стволовых клеток и фитомеланина [15, 16, 18-20, 26, 29, 30, 36, 38, 39].

При изучении биологических эффектов микроволнового излучения использовался такой метод контроля состояния биологического объекта, как регистрация сверхслабого свечения, показавший его перспективность при анализе процессов перекисного окисления липидов и прочих реакций с участием активных форм кислорода. При анализе биохимических реакций установлены параметры контроля сверхслабого свечения, а также реакций *перекисного окисления липидов* (ПОЛ) мембран клеток на индукторы. Даны характеристики конструкции хемилюминометра, определены способы усиления сверхслабого свечения продуктов жизнедеятельности клетки с помощью химических и физических активаторов сверхслабого свечения клеток крови при микроволновом облучении. Определялись: ультраструктура клеток Лейдига, процессы культивирования пробиотических клеток, активность дегидрогеназ в опухолевых клетках, генерация активных форм кислорода в клетках, стабильность генетического аппарата в клетках, защитные механизмы от повреждающего действия физико-химических факторов, регенеративные эффекты в клетках Сертоли – при воздействии ЭМИ КВЧ [3, 8-10, 12-14, 20-25, 44, 45].

Изучены клеточные механизмы у здоровых лиц и при реконвалесценции после внебольничных пневмоний в результате воздействия низкоинтенсивного микроволнового излучения [5, 32, 35]. При этом изучено содержание в мононуклеарных лейкоцитах цельной крови циклинов, циклинзависимых киназ и их ингибиторов [17], состояние *IL1/TOLL*-сигнального пути, продукция цитокинов, состояние антиоксидантной защиты [6, 31, 33, 37].

Актуальна проблема исследования микроциркуляции крови, обеспечивающей полноценность трофических процессов в тканях и органах и поддержание гомеостаза всех систем организма. Это связано с реализацией воздействия ЭМИ КВЧ на водные среды.

ЭМИ КВЧ изменяет процессы микроциркуляции, при этом преобладают тонус-зависимые факторы регуляции микроциркуляции и нутритивный кровоток в зоне локального КВЧ-воздействия в разные временные периоды. Эти изменения выявлены в зоне непосредственного КВЧ-воздействия и отсутствуют в области контрольной зоны воздействия, что свидетельствует о локальном характере ответа со стороны капиллярного русла на ЭМИ КВЧ. В первые 10 минут КВЧ-воздействия увеличивалась амплитуда миогенных колебаний на 36,09% при снижении миогенного тонуса на 26,28% и показателя шунтирования на 32,98%. Это соответствует вазодилатации прекапиллярных сфинктеров и увеличению количества функционирующих капилляров, следовательно, перераспределению крови в нутритивное русло. С 10-ой по 20-ую мин воздействия ЭМИ КВЧ отмечалось увеличение амплитуды эндотелиальных колебаний по сравнению с данными, полученными в контрольной зоне на 18,85%. Максимальные изменения показателей микроциркуляции в зоне КВЧ-воздействия отмечались при экспозиции до 30-ти минут. Увеличивался приток крови в капиллярное русло, модулировались микроциркуляторные процессы, усиливались обменные процессы. Усиление капиллярного кровотока сохранялась и после КВЧ-воздействия [42, 43].

В микроциркуляторном русле, кроме обеспечения трансапикалярного обмена, осуществляется ответная реакция на воздействие факторов внешней и внутренней среды, однако эта реакция микроциркуляторной системы на действие факторов различной природы и интенсивности, в том числе и электромагнитной, может быть различной. ЭМИ различных диапазонов, обладая выраженной биологической активностью на тонус сосудов, видоизменяют процессы микроциркуляции, хотя эти сведения немногочисленны и противоречивы. Это связано с тем, что обычно не учитывается исходное состоянием функционирования микроциркуляторного русла. При изучении реакций микроциркуляторных процессов на низкоинтенсивное ЭМИ КВЧ осуществлено исследование у 49 студентов волонтеров женщин в возрасте 18-23 лет, условно здоровых, с разделением на две группы: контрольную ( $n=20$ ) и экспериментальную ( $n=19$ ). В экспериментальной группе осуществлялось воздействие низкоинтенсивным ЭМИ КВЧ, а в контрольной – ложное воздействие этим физическим фактором (плацебо). В эксперименте воздействие ЭМИ КВЧ осуществлялось в течение 10 дней, ежедневно, в утреннее время суток ( $\lambda=7,1$  мм, частота излучения – 42,4 ГГц, плотность потока мощности – 0,5 мВт/см<sup>2</sup>, частота модуляции – 8 Гц. Воздействие осуществлялось в течение 30-ти минут на области биологически активных точек, выбор которых обусловлен их известным действием на организм. Микроциркуляцию крови изучали методом *лазерной доплеровской флоуметрии* (ЛДФ) *лазерным анализатором кровотока «ЛАКК – 02»*, с получением отраженного сигнала из тонкого слоя кожи содержащего артериолы, терминальные артериолы, капилляры,

венулы и артериоло-венулярные анастомозы. С помощью компьютерной программы обработки ЛДФ-граммы определяли основные статистические показатели. Наиболее точным и корректным является вейвлет-преобразование ЛДФ-грамм, по сравнению с другими методами (быстрое преобразование Фурье, *Butterworth*), позволяющее выявить периодичность коротких и длинных процессов, представленных в одной реализации, и проводить анализ нормированных характеристик ритмов колебаний кровотока с установлением эндотелиального, миогенного и нейрогенного компонентов, как активных факторов контроля микроциркуляции. Дыхательный и пульсовой компоненты относят к пассивным факторам, вызывающим колебания кровотока вне системы микроциркуляции, обеспечиваемые пульсовой волной со стороны артерий и присасывающим действием «дыхательного насоса», связанного с венами. Было установлено, что низкоинтенсивное ЭМИ КВЧ эффективно корригирует дифференцированное влияние на показатели периферической микрогемодинамики, обеспечивает компенсаторно-приспособительные реакции у испытуемых. Воздействие ЭМИ КВЧ нивелировало межгрупповые различия и обеспечивало гомеостатический эффект [2].

Важной задачей физиологии является исследование микроциркуляции крови, которая определяет степень трофического обеспечения органов и тканей, а также резервы поддержания гомеостаза функциональных систем организма. В микроциркуляторном русле обеспечивается трансапикалярный обмен, и реакция на воздействие факторов внешней и внутренней среды, в том числе и электромагнитных. ЭМИ различных диапазонов оказывает воздействие на тонус сосудов, динамику процессов микроциркуляции, однако степень его влияния зависит от исходного состояния микроциркуляторного русла. Установлено, что низкоинтенсивное ЭМИ КВЧ эффективно корригирует показатели периферической микрогемодинамики, вызывая компенсаторно-приспособительные реакции. Курсовое воздействие ЭМИ КВЧ стирает межгрупповые различия и приближает показатели микроциркуляции к сбалансированному гомеостатическому действию [41].

**Заключение.** Влияние высокочастотного излучения на организм человека реализуется через микроциркуляторное русло, как среду воздействия, обеспечивая гомеостаз на новом уровне. Видоизменяются – ультраструктура клеток Лейдига, процессы культивирования пробиотических клеток, активность дегидрогеназ в опухолевых клетках, генерация активных форм кислорода в клетках, стабильность генетического аппарата в клетках, защитные механизмы от повреждающего действия физико-химических факторов, регенеративные эффекты в клетках Сертоли. Важны эффекты стимуляции эндогенной выработки стволовых клеток, активно участвующих в восстановительных процессах. Показана значимость изучения лечебных эффектов терагерцового излучения. Разработаны – дистанционная мультиволновая электромагнитная радионейроинженерия, полупроводниковый инъекционный генератор.

### Литература

1. Александрова Э.Б. Процессы перекисного окисления липидов и показатели функции антиоксидантной системы организма при СВЧ-воздействии различной интенсивности (обзор) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 3-9. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4871.pdf> (дата обращения 26.09.2014). DOI: 10.12737/5946
2. Алиева Д.О., Иванов Д.В., Морозов В.Н., Савин Е.И., Субботина Т.И., Хадарцев А.А., Яшин А.А. Сравнительный анализ модулирующих эффектов при воздействии на организм ЭМИ КВЧ в сочетании с введением стволовых клеток и фитомеланина // Вестник новых медицинских технологий. 2011. №1. С. 194–197.
3. Бантыш Б.Б., Иванов Д.В., Крылов А.Ю., Субботина Т.И., Яшин А.А. Особенности воздействия электромагнитного излучения и стволовых клеток на пролиферацию и дифференцировку клеток красного костного мозга. В сборнике: Медико-биологические технологии в клинике Тула, 2018. С. 31–37.
4. Боев С.Ф., Вагин А.И., Соломатин С.Ю., Савостьянов Д.В., Силуянов В.В., Шмаков А.С., Зайцев Б.Д., Теплых А.А., Бородин И.А., Караваева О.А., Гулий О.И. Исследование воздействия терагерцового электромагнитного излучения на жизнеспособность микробных клеток // Биофизика. 2019. Т. 64, № 3. С. 535–543.
5. Бондарь С.С., Терехов И.В. Влияние низкоинтенсивного микроволнового излучения частотой 1 ГГц на функциональное состояние мононуклеарных лейкоцитов цельной крови у практически здоровых молодых лиц // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 4-6. С. 1083–1087.
6. Бондарь С.С., Терехов И.В. Состояние *IL1/TOLL*-сигнального пути в мононуклеарных лейкоцитах в постклиническую фазу острого инфекционно-воспалительного процесса нижних отделов респираторного тракта под влиянием низкоинтенсивного излучения частотой 1 ГГц // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 4-6. С. 1088–1093.

7. Брюховецкий А.С., Медведев С.В., Брюховецкий И.С., Хазина Л.В., Сухих Г.Т. Способ дистанционной мультиволновой электромагнитной радионейроинженерии головного мозга человека. Патент на изобретение RU 2621547, 06.06.2017. Заявка № 2015125367 от 26.06.2015.
8. Гапеев А.Б. Особенности действия модулированного электромагнитного излучения крайне высоких частот на клетки животных: автореф. дис. к.ф.-м.н. Пушкино, 1997
9. Гапеев А.Б., Лукьянова Н.А. Импульсно-модулированное электромагнитное излучение крайне высоких частот защищает ДНК клеток от повреждающего действия физико-химических факторов *in vitro* // Биофизика. 2015. Т. 60, № 5. С. 889–897.
10. Гениатулина М.С., Королев Ю.Н., Никулина Л.А. Ультраструктура клеток лейдига при действии минеральной воды и низкоинтенсивного электромагнитного излучения в условиях стресса у крыс // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016. Т. 93, № 5. С. 34–37.
11. Григорьев Ю.Г. Мобильная связь и электромагнитная опасность для здоровья населения. Современная оценка риска – от электромагнитного смога до электромагнитного хаоса (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. 2019. №2. С. 88-95. DOI: 10.24411/1609-2163-2019-16347.
12. Даровских С.Н., Долгушин И.И., Шишкова Ю.С., Семёнова А.Б., Казачков Е.Л., Важенин А.В., Вдовина Н.В., Чиркова Г.Г. Влияние моделированных электромагнитных излучений природного и техногенного происхождения на опухолевые клетки линии her-2 *in vitro* // Биомедицинская радиоэлектроника. 2016. № 10. С. 46–52.
13. Дюжикова Н.А., Вайдо А.И., Даев Е.В., Копыльцов А.В., Сурма С.В., Щеголев Б.Ф., Серов И.Н. Влияние электромагнитного излучения увч-диапазона на дестабилизацию генома клеток костного мозга крыс линий с контрастной возбудимостью нервной системы // Экологическая генетика. 2019. Т. 17, № 2. С. 83–92.
14. Дюжикова Н.А., Копыльцов А.В., Коршунов К.А., Лукьянов Г.Н., Пучкова В.А., Серов И.Н. Действие электромагнитного излучения высокой частоты и влияние резонаторов-преобразователей на частоту хромосомных aberrаций в клетках костного мозга самцов крыс линии *vistar* // Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т. 23, № 1. С. 12–18.
15. Еськов В.М., Морозов В.Н., Несмеянов А.А., Хадарцев А.А., Тыминский В.Г., Яшин А.А., Гонтарев С.Н., Луценко В.Д., Дедов В.И., Субботина Т.И., Каменев Л.И., Чернецова Л.В., Татьянаенко Т.Н., Куротченко Л.В., Хасая Д.А., Куротченко С.П., Савин Е.И. Диверсификация результатов научных открытий в медицине и биологии. Тула – Белгород, 2012. Том IV
16. Зилов В.Г., Субботина Т.И., Яшин А.А., Хадарцев А.А., Иванов Д.В. Влияние электромагнитных полей, модулированных инфранизкими частотами, на продуцирование стволовых клеток // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2017. Т. 164, № 11. С. 643–645.
17. Зилов В.Г., Хадарцев А.А., Терехов И.В., Бондарь С.С. Взаимосвязь содержания в мононуклеарных лейкоцитах цельной крови в постклиническую фазу внебольничной пневмонии циклинов, циклин-зависимых киназ и их ингибиторов под влиянием микроволн частотой 1 ГГц // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2017. Т. 163, № 5. С. 578–581.
18. Иванов Д.В. Клиническая эффективность восстановительного лечения при использовании клеточных технологий: автореф... дисс. д.м.н. Москва: Всероссийский научно-исследовательский и испытательный институт медицинской техники Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2011
19. Корниенко Е.А., Иванов Д.В. Анальгезия в лечении острого коронарного синдрома (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. 2014. №3. С. 173–179. DOI: 10.12737/5930
20. Королев Ю.Н., Бобровницкий И.П., Гениатулина М.С., Никулина Л.А., Михайлик Л.В. Ультраструктура клеток Сертоли и сперматогониев при лечебно-профилактическом применении низкоинтенсивных электромагнитных излучений в условиях радиационного облучения крыс // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2018. Т. 95, № 1. С. 35–40.
21. Королев Ю.Н., Гениатулина М.С., Никулина Л.А., Михайлик Л.В. Ультраструктурные проявления регенеративных процессов в клетках сертоли при действии низкоинтенсивного электромагнитного излучения в условиях стресса у крыс // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2015. Т. 92, № 3. С. 40–44.
22. Круглик О.В., Моргулис И.И., Хлебопрос Р.Г. Влияние электромагнитного излучения сверхвысокочастотного диапазона на жизнеспособность клеток экспериментальной опухоли // Доклады Академии наук. 2013. Т. 449, № 1. С. 104.
23. Крюкова О.В., Пьянков В.Ф. Динамика активности дегидрогеназ в клетках экспериментальной опухоли после воздействия электромагнитного сверхвысокочастотного излучения // Актуальные вопросы биологической физики и химии. 2017. Т. 2, № 1. С. 426–430.
24. Кузнецов Д.Б., Орлова Е.В., Несчислаев В.А. Изучение воздействия электромагнитного излучения на процесс культивирования пробиотических клеток // Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. 2016. № 1-2. С. М17–М18.

25. Пучкова В.А., Дюжикова Н.А., Серов И.Н. Влияние электромагнитных излучений высокой частоты на стабильность генетического аппарата в клетках костного мозга крыс линии *vistar*. В сборнике: Материалы XXIII съезда Физиологического общества им. И.П. Павлова с международным участием, 2017. С. 827–829.

26. Савин Е.И., Хадарцев А.А., Иванов Д.В., Субботина Т.И., Морозов В.Н. Регуляция свободно-радикальных процессов модулирующим воздействием электромагнитного излучения в сочетании с введением стволовых клеток // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2010. № 5. С. 77–79.

27. Степаненко В.Д., Степаненко К.В., Кузнецов А.Н. Способ управляемого воздействия на биологический объект электромагнитным излучением полупроводникового инжекционного генератора (варианты). Патент на изобретение RU 2491971 C1, 10.09.2013. Заявка № 2012122579/14 от 01.06.2012.

28. Субботина Т.И., Иванов Д.В., Бантыш Б.Б., Крылов А.Ю. Особенности формирования антибластомной резистентности у мышей опухолевой линии *balk/c* при сочетанном воздействии стволовых клеток и электромагнитного излучения крайне высокой частоты // Вестник новых медицинских технологий. 2019. №1. С. 89–94. DOI: 10.24411/1609-2163-2019-16331

29. Субботина Т.И., Савин Е.И., Иванов Д.В., Хадарцев А.А. Модулирующее воздействие электромагнитного излучения на активность стволовых клеток. В сборнике: Взаимодействие сверхвысокочастотного, терагерцового и оптического излучения с полупроводниковыми микро- и наноструктурами, метаматериалами и биообъектами. Материалы Всероссийской научной школы-семинара / Под редакцией Д.А. Усанова, 2014. С. 147–150.

30. Субботина Т.И., Хадарцев А.А., Яшин А.А. Продуцирование и размножение стволовых клеток *in vivo*, стимулируемое воздействием на организм электромагнитного и магнитного полей // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2013. №1. Публикация 2-75. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4265.pdf> (дата обращения 08.07.2013)

31. Терехов И.В., Хадарцев А.А., Никифоров А.А., Бондарь С.С. Продукция цитокинов клетками цельной крови реконвалесцентов внебольничной пневмонии под влиянием низкоинтенсивного СВЧ-облучения // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 2-57. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/4815.pdf> (дата обращения 30.06.2014). DOI: 10.12737/5025.

32. Терехов И.В., Хадарцев А.А., Никифоров В.С., Бондарь С.С. Функциональное состояние клеток цельной крови при внебольничной пневмонии и его коррекция СВЧ-излучением // Фундаментальные исследования. 2014. № 10 (4). С. 737–741.

33. Терехов И.В., Солодухин К.А., Ицкович В.О., Никифоров В.С. Особенности биологического действия низкоинтенсивного СВЧ-излучения на продукцию цитокинов клетками цельной крови при внебольничной пневмонии // Цитокины и воспаление. 2012. Т. 11. № 4. С. 67–72.

34. Ускалова Д.В., Сарапульцева Е.И. Снижение регенерации планарий в низкоинтенсивном радиочастотном поле за счет нарушения пролиферативной активности и метаболизма клеток // Биомедицинская радиоэлектроника. 2020. Т. 23. № 1. С. 60–66.

35. Хадарцев А.А. Клеточные механизмы реконвалесценции при внебольничной пневмонии после воздействия низкоинтенсивного микроволнового излучения (литературный обзор) // Вестник новых медицинских технологий. 2019. №1. С. 95–103. DOI: 10.24411/1609-2163-2019-16334.

36. Хадарцев А.А. Управляемая дифференциация стволовых клеток (эмбриональных и гемопоэтических) электромагнитным излучением крайневых высокочастотного диапазона. Отчет о НИР № 02.512.11.2137 от 25.06.2007 (Министерство образования и науки РФ)

37. Хадарцев А.А., Терехов И.В., Бондарь С.С., Парфенюк В.К., Бондарь Н.В. Состояние антиоксидантной защиты в постклиническую фазу внебольничной пневмонии под влиянием низкоинтенсивного микроволнового излучения частотой 1 ГГц // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. №2. Публикация 2-14. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-2/2-14.pdf> (дата обращения 19.05.2017). DOI: 10.12737/article\_5922bc38b22895.03383980.

38. Хадарцев А.А., Фудин Н.А. Психоэмоциональный стресс в спорте. Физиологические основы и возможности коррекции (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №3. Публикация 8-4. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5256.pdf> (дата обращения 30.09.2015). DOI: 10.12737/13378.

39. Хадарцев А.А., Яшин А.А., Яшин С.А., Субботина Т.И., Хасая Д.А., Ленников Р.В., Терешкина О.В. Способ продуцирования стволовых клеток. Патент на изобретение RU 2405599 C1, 10.12.2010. Заявка № 2009115610/14 от 27.04.2009.

40. Хадарцева К.А., Беляева Е.А., Борисова О.Н., Атлас Е.Е. Возможности внешнего управления физиологическими и патологическими процессами в организме человека (краткий обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №3. Публикация 8-2. URL:

<http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5244.pdf> (дата обращения 28.09.2015). DOI: 10.12737/13371.

41. Чуян Е.Н., Ананченко М.Н., Трибрат Н.С. Индивидуально-типологические реакции микроциркуляторных процессов на электромагнитное излучение миллиметрового диапазона // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2010. Т. 9. № 1 (33). С. 68–74.

42. Чуян Е.Н., Раваева М.Ю. Микрогемодинамические показатели при действии электромагнитного излучения крайне высокой частоты // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 4-2. С. 323–325.

43. Чуян Е.Н., Трибрат Н.С., Раваева М.Ю., Древетняк Н.А. Изменение показателей ЛДФ-метрии во время однократного КВЧ-воздействия // Физика живого. 2009. Т. 17. № 2. С. 76–88.

44. Шуб Г.М., Пронина Е.А., Креницкий А.П., Майбородин А.В., Тупикин В.Д., Рытик А.П., Бецкий О.В. Влияние электромагнитного излучения на частоте молекулярного спектра поглощения кислорода на динамику роста прокариотических клеток // Аллергология и иммунология. 2005. Т. 6, № 2. С. 208–209.

45. Lisova O.M., Bagatskaya A.N., Makhno S.N., Gorbyk P.P. The effect of low-intensity microwave electromagnetic radiation on vital functions of yeast cells in the medium of citric acid // Хімія, фізика та технологія поверхні. 2016. Т. 7, № 3. С. 337–343.

### References

1. Aleksandrova JeB. Processy perekisnogo okislenija lipidov i pokazateli funkcii antioksidantnoj sistemy organizma pri SVCh-vozdzejstvii razlichnoj intensivnosti (obzor) [Processes of lipid peroxidation and indicators of the function of the body's antioxidant system under microwave exposure of different intensity (review)]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. Jelektronnoe izdanie. 2014 [cited 2014 Sep 26];1 [about 7 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4871.pdf>. DOI: 10.12737/5946

2. Alieva DO, Ivanov DV, Morozov VN, Savin EI, Subbotina TI, Hadarcev AA, Jashin AA. Sravnitel'nyj analiz modulirujushhh jeffektov pri vozdejstvii na organizm JeMI KVCh v sochetanii s vvedeniem stvolovyh kletok i fitomelanina. [Comparative analysis of modulating effects when EMI EHF is exposed to the body in combination with the introduction of stem cells and phytomelanin] Vestnik novyh medicinskih tehnologij. 2011;1:194-7. Russian.

3. Bantysch BB, Ivanov DV, Krylov AJu, Subbotina TI, Jashin AA. Osobennosti vozdejstvija jelektromagnitnogo izluchenija i stvolovyh kletok na proliferaciju i differencirovku kletok krasnogo kostnogo mozga [Features of the influence of electromagnetic radiation and stem cells on the proliferation and differentiation of red bone marrow cells]. V sbornike: Mediko-biologicheskie tehnologii v klinike Tula; 2018. Russian.

4. Boev SF, Vagin AI, Solomatin SJu, Savost'janov DV, Silujanov VV, Shmakov AS, Zajcev BD, Teplyh AA, Borodina I, Karavaeva OA, Gulij OI. Issledovanie vozdejstvija teragercovogo jelektromagnitnogo izluchenija na zhiznesposobnost' mikrobnih kletok [Study of the effect of terahertz electromagnetic radiation on the viability of microbial cells]. Biofizika. 2019;64(3):535-43. Russian.

5. Bondar' SS, Terehov IV. Vlijanie nizkointensivnogo mikrovolnovogo izluchenija chastotoj 1 GGc na funkcional'noe sostojanie mononuklearnih lejkocitov cel'noj krovi u prakticheski zdorovyh molodyh lic [Influence of low-intensity microwave radiation with a frequency of 1 GHz on the functional state of whole blood mononuclear leukocytes in healthy young people]. Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. 2016;4-6:1083-7. Russian.

6. Bondar' SS, Terehov IV. Sostojanie IL1/TOLL-signal'nogo puti v mononuklearnih lejkocitah v postklinicheskuju fazu ostrogo infekcionno-vospalitel'nogo processa nizhnih otdelov respiratornogo trakta pod vlijaniem nizkointensivnogo izluchenija chastotoj 1GGc [State of the IL1 / TOLL signaling pathway in mononuclear leukocytes in the postclinical phase of acute infectious and inflammatory process of the lower respiratory tract under the influence of low-intensity radiation with a frequency of 1GHz]. Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. 2016;4-6:1088-93. Russian.

7. Brjuhoveckij AS, Medvedev SV, Brjuhoveckij IS, Hazina LV, Suhij GT. Sposob distancionnoj mul'tivolnovoj jelektromagnitnoj radionejroinzhenerii golovnogo mozga cheloveka [Method of remote multi-wave electromagnetic radioneuroengineering of the human brain]. Russian Federation Patent na izobretenie RU 2621547, 06.06.2017. Zajavka № 2015125367 ot 26.06.2015.

8. Gapeev AB. Osobennosti dejstvija modulirovannogo jelektromagnitnogo izluchenija krajne vysokih chastot na kletki zhivotnyh [Features of the action of modulated electromagnetic radiation of extremely high frequencies on animal cells: abstract of the PhD thesis][dissertation]. Pushhino; 1997

9. Gapeev AB, Luk'janova NA. Impul'sno-modulirovannoe jelektromagnitnoe izluchenie krajne vysokih chastot zashhishhaet DNK kletok ot povrezhdajushhego dejstvija fiziko-himicheskikh faktorov in vitro [Pulse-modulated electromagnetic radiation of extremely high frequencies protects the DNA of cells from the damaging effects of physical and chemical factors in vitro]. Biofizika. 2015;60(5):889-97. Russian.

10. Geniatulina MS, Korolev JuN, Nikulina LA. Ul'trastruktura kletok lejdiha pri dejstvii mineral'noj vody i nizkointensivnogo jelektromagnitnogo izlucheniya v usloviyah stressa u krysv [ultrastructure of Leydig cells under the action of mineral water and low-intensity electromagnetic radiation under stress in rats]. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoj kul'tury*. 2016;93(5):34-7. Russian.

11. Grigotiev YG. Mobil'naya svyaz' i elektromagnitnaya opasnost' dlya zdorov'ya naseleniya. sovremennaya otsenka riska – ot elektromagnitnogo smoga do elektromagnitnogo khaosa (obzor literatury) [Cellular communication and electromagnetic health hazards of the population. modern risk assessment– from electromagnetic smog to electromagnetic chaos]. *Journal of New Medical Technologies*. 2019;2:88-95. DOI: 10.24411/1609-2163-2019-16347. Russian.

12. Darovskih SN, Dolgushin II, Shishkova JuS, Semjonova AB, Kazachkov EL, Vazhenin AV, Vdovina NV, Chirkova GG. Vliyanie modelirovannyh jelektromagnitnyh izluchenij prirodnoho i tehnogennoho proishozhdeniya na opuholevye kletki linii hep-2 in vitro [Influence of simulated electromagnetic radiation of natural and technogenic origin on Hep-2 tumor cells in vitro]. *Biomedicinskaja radiojelektronika*. 2016;10:46-52. Russian.

13. Djuzhikova NA, Vajdo AI, Daev EV, Kopyl'cov AV, Surma SV, Shhegolev BF, Serov IN. Vliyanie jelektromagnitnogo izlucheniya uvch-diapazona na destabilizaciju genoma kletok kostnogo mozga krysv linii s kontrastnoj vzbudimost'ju nervnoj sistemy [Influence of electromagnetic radiation of the UHF band on the destabilization of the genome of bone marrow cells of rats of lines with contrast excitability of the nervous system]. *Jekologicheskaja genetika*. 2019;17(2):83-92. Russian.

14. Djuzhikova NA, Kopyl'cov AV, Korshunov KA, Luk'janov GN, Puchkova VA, Serov IN. Dejstvie jelektromagnitnogo izlucheniya vysokoj chastoty i vliyanie rezonatorov-preobrazovatelej na chastotu hromosomnyh aberracij v kletkah kostnogo mozga samcov krysv linii vistar [Action of high-frequency electromagnetic radiation and the influence of resonators-converters on the frequency of chromosomal aberrations in bone marrow cells of male rats of the vistar lin]. *Jelektromagnitnye volny i jelektronnye sistemy*. 2018;23(1):12-8. Russian.

15. Es'kov VM, Morozov VN, Nesmejanov AA, Hadarcev AA, Tyminskij VG, Jashin AA, Gontarev SN, Lucenko VD, Dedov VI, Subbotina TI, Kamenev LI, Chernecova LV, Tat'janenko TN, Kurotchenko LV, Hasaja DA, Kurotchenko SP, Savin EI. Diversifikacija rezul'tatov nauchnyh otkrytij v medicine i biologii [Diversification of results of scientific discoveries in medicine and biology]. Tula – Belgorod; 2012. Tom IVV

16. Zilov VG, Subbotina TI, Jashin AA, Hadarcev AA, Ivanov DV. Vliyanie jelektromagnitnyh polej, modulirovannyh infranizkimi chastotami, na producirovanie stvolovyh kletok [Influence of electromagnetic fields modulated by infra-low frequencies on stem cell production]. *Bjulleten' jeksperimental'noj biologii i mediciny*. 2017;164(11):643-5. Russian.

17. Zilov VG, Hadarcev AA, Terehov IV, Bondar' SS. Vzaimosvjaz' sodержanija v mononuklearnyh lejkcitah cel'noj krovi v postklinicheskiju fazu vnebol'nichnoj pnevmonii ciklinov, ciklinzavisimyh kinaz i ih inhibitorov pod vlijaniem mikrovoln chastotoj 1 GGC [The Relationship of the content of whole blood mononuclear leukocytes in the postclinical phase of community-acquired pneumonia of cyclins, cyclin-dependent kinases and their inhibitors under the influence of microwaves with a frequency of 1 GHz]. *Bjulleten' jeksperimental'noj biologii i mediciny*. 2017;163(5):578-81. Russian.

18. Ivanov DV. Klinicheskaja jeffektivnost' vosstanovitel'nogo lechenija pri ispol'zovanii kletochnyh tehnologij [Clinical effectiveness of restorative treatment using cellular technologies] [dissertation]. Moscow: Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij i ispytatel'nyj institut medicinskoj tehniki Ministerstva zdavoohranenija Rossijskoj Federacii; 2011 Russian.

19. Kornienko EA, Ivanov DV. Analgezija v lechenii ostrogo koronarnogo sindroma (obzor literatury) [Analgesia in the treatment of acute coronary syndrome (literature review)] *Vestnik novyh medicinskih tehnologij*. 2014;3:173-9. DOI: 10.12737/5930 Russian.

20. Korolev JuN, Bobrovnickij IP, Geniatulina MS, Nikulina LA, Mihajlik LV. Ul'trastruktura kletok Certoli i spermatogoniev pri lechebno-profilakticheskom primenenii nizkointensivnyh jelektromagnitnyh izluchenij v usloviyah radiacionnogo oblucheniya krysv [Ultrastructure of Sertoli and spermatogonia cells in the treatment and prophylactic use of low-intensity electromagnetic radiation in rat radiation exposure]. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoj kul'tury*. 2018;95(1):35-40. Russian.

21. Korolev JuN, Geniatulina MS, Nikulina LA, Mihajlik LV. Ul'trastrukturnye pojavlenija regenerativnyh processov v kletkah sertoli pri dejstvii nizkointensivnogo jelektromagnitnogo izlucheniya v usloviyah stressa u krysv. [Ultrastructural manifestations of regenerative processes in Sertoli cells under the action of low-intensity electromagnetic radiation under stress in rats] *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoj kul'tury*. 2015;92(3):40-4. Russian.

22. Kruglik OV, Morgulis II, Hlebopros RG. Vliyanie jelektromagnitnogo izlucheniya sverhvysochastotnogo diapazona na zhiznesposobnost' kletok jeksperimental'noj opuholi [Influence of ultra-high-frequency electromagnetic radiation on the viability of experimental tumor cells]. *Doklady Akademii nauk*. 2013;449(1):104. Russian.



23. Krjukova OV, P'jankov VF. Dinamika aktivnosti degidrogenaz v kletkah jeksperimental'noj opuholi posle vozdeystvija jelektromagnitnogo sverhvysokochastotnogo izlucheniya [Dynamics of dehydrogenase activity in experimental tumor cells after exposure to electromagnetic ultrahigh-frequency radiation]. Aktual'nye voprosy biologicheskoy fiziki i himii. 2017;2(1):426–30. Russian.

24. Kuznecov DB, Orlova EV, Neschisljaev VA. Izuchenie vozdeystvija jelektromagnitnogo izlucheniya na process kul'tivirovaniya probioticheskikh kletok [Study of the influence of electromagnetic radiation on the process of probiotic cell culture]. Gastrojenterologija Sankt-Peterburga. 2016;1-2:M17-8. Russian.

25. Puchkova VA, Djuzhikova NA, Serov IN. Vlijanie jelektromagnitnyh izluchenij vysokoy chastoty na stabil'nost' geneticheskogo apparata v kletkah kostnogo mozga krysa linii vistar [Influence of high-frequency electromagnetic radiation on the stability of the genetic apparatus in bone marrow cells of vistar rats]. V sbornike: Materialy XXIII s#ezda Fiziologicheskogo obshhestva im. I. P. Pavlova s mezhdunarodnym uchastiem; 2017. Russian.

26. Savin EI, Hadarcev AA, Ivanov DV, Subbotina TI, Morozov VN. Reguljacija svobodnoradikal'nyh processov modulirujushhim vozdeystviem jelektromagnitnogo izlucheniya v sochetanii s vvedeniem stvolovyh kletok [Regulation of free radical processes by modulating electromagnetic radiation in combination with the introduction of stem cells]. Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. 2010;5:77-9. Russian.

27. Stepanenko VD, Stepanenko KV, Kuznecov AN. Sposob upravljaemogo vozdeystvija na biologicheskij ob#ekt jelektromagnitnym izlucheniem poluprovodnikovogo inzhekcionnogo generatora (varianty) [Method of controlled impact on a biological object by electromagnetic radiation of a semiconductor injection generator (variants)]. Russian Federation Patent na izobretenie RU 2491971 C1, 10.09.2013. Zajavka № 2012122579 /14 ot 01.06.2012.

28. Subbotina TI, Ivanov DV, Bantysh BB, Krylov AYu. Osobennosti formirovaniya antiblastomnoy rezistentnosti u myshey opukholevoy linii BALK/C pri sochetannom vozdeystvii stvolovykh kletok i jelektromagnitnogo izlucheniya krayne vysokoy chastoty [Peculiarities of forming antiblastomic resistance in the mice of the tumor line balk/c with combined impact of stem cells and electromagnetic radiation extreme high frequency]. Journal of New Medical Technologies. 2019;1:89-94. DOI: 10.24411/1609-2163-2019-16331. Russian.

29. Subbotina TI, Savin EI, Ivanov D, Hadarcev AA. Modulirujushhee vozdeystvie jelektromagnitnogo izlucheniya na aktivnost' stvolovyh kletok. V sbornike: Vzaimodeystvie sverhvysokochastotnogo, teragercovogo i opticheskogo izlucheniya s poluprovodnikovymi mikro- i nanostrukturami, metamaterialami i bioob#ektami [Modulating effect of electromagnetic radiation on the activity of stem cells]. Materialy Vserossijskoj nauchnoj shkoly-seminara. Pod redakciej DA. Usanova; 2014. Russian.

30. Subbotina TI, Hadarcev AA, Jashin AA. Producirovanie i razmnozhenie stvolovyh kletok in vivo, stimuliruemoje vozdeystviem na organizm jelektromagnitnogo i magnitnogo polej [production and reproduction of stem cells in vivo, stimulated by the influence of electromagnetic and magnetic fields on the body]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. Jelektronnoe izdanie. 2013 [cited 2015 Jul 08];1 [about 8 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4265.pdf>

31. Terehov IV, Khadartsev AA, Nikiforov AA, Bondar' SS. Produktsiya tsitokinov kletkami tsel'noy krovi rekonvalescentov vnebol'-nichnoj pnevmonii pod vliyaniem nizkoin-tensivnogo SVCh-oblucheniya [Production of cytokines by whole blood cells of convalescents of community-acquired pneumonia under the influence of low-intensity microwave radiation]. Vestnik novykh meditsinskikh tehnologiy. Elektronnoe izdanie [internet]. 2014[cited 2014 Jun 30];1[about 5 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/4815.pdf>. DOI: 10.12737/5025

32. Terehov IV, Hadarcev AA, Nikiforov VS, Bondar' SS. Funkcional'noe sostojanie kletok cel'noj krovi pri vnebol'nicnoj pnevmonii i ego korrekciya SVCh-izlucheniem [Functional state of whole blood cells in community-acquired pneumonia and its correction by microwave radiation]. Fundamental'nye issledovaniya. 2014;10(4):737-41. Russian.

33. Terehov IV, Soloduhin KA, Ickovich VO, Nikiforov VS. Osobennosti biologicheskogo dejstvija nizkointensivnogo SVCh-izlucheniya na produkciju citokinov kletkami cel'noj krovi pri vnebol'nicnoj pnevmonii [Features of the biological action of low-intensity microwave radiation on the production of cytokines by whole blood cells in community-acquired pneumonia]. Citokiny i vospalenie. 2012;11(4):67-72. Russian.

34. Uskalova DV, Sarapul'ceva EI. Snizhenie regeneracii planarij v nizkointensivnom radiochastotnom pole za schet narusheniya proliferativnoj aktivnosti i metabolizma kletok [Reduction of planarian regeneration in a low-intensity radiofrequency field due to violation of proliferative activity and cell metabolism]. Biomedicinskaja radiojelektronika. 2020;23(1):60-6. Russian.

35. Hadarcev AA. Kletochnye mehanizmy rekonvalescencii pri vnebol'nicnoj pnevmonii posle vozdeystvija nizkointensivnogo mikrovolnovogo izlucheniya (literaturnyj obzor) [Cellular mechanisms of convalescence in community-acquired pneumonia after exposure to low-intensity microwave radiation (literature review)]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. 2019;1:95-103. DOI: 10.24411/1609-2163-2019-16334. Russian.

36. Hadarcev AA. Upravljaemaja differenciacija stvolovyh kletok (jembrional'nyh i gemopojeticheskikh) jelektromagnitnym izlucheniem krajnevysokochastotnogo diapazona [Controlled differentiation of stem cells (embryonic and hematopoietic) by electromagnetic radiation of the extreme high-frequency range]. Otchet o NIR № 02.512.11.2137 ot 25.06.2007 (Ministerstvo obrazovanija i nauki RF) Russian.
37. Hadarcev AA, Terehov IV, Bondar' SS, Parfenjuk VK, Bondar' NV. Sostojanie antioksidantnoj zashhity v postklinicheskiju fazu vnebol'nichnoj pnevmonii pod vlijaniem nizkointensivnogo mikrovolnovogo izlucheniya chastotoj 1 Ggc [the state of antioxidant protection in the postclinical phase of community-acquired pneumonia under the influence of low-intensity microwave radiation with a frequency of 1 GHz]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. Jelektronnoe izdanie. 2017 [cited 2017 May 19];2 [about 9 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-2/2-14.pdf>. DOI: 10.12737/article\_5922bc38b22895.03383980.
38. Khadartsev AA, Fudin NA. Psikhoemotsional'nyy stress v sporte. Fiziologicheskie osnovy i vozmozhnosti korrektsii (obzor literatury) [Psycho-emotional stress in sport. Physiological basis and possibilities of correction (literature review)]. Vestnik novyh meditsinskih tehnologij. Elektronnoe izdanie [internet]. 2015[cited 2015 Sep 30];3[about 9 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5256.pdf>. DOI: 10.12737/13378.
39. Hadarcev AA, Jashin AA, Jashin SA, Subbotina TI, Hasaja DA, Lennikov RV., Tereshkina O.V. Sposob producirovanija stvolovyh kletok [Method of stem cell production]. Russian Federation Patent na izobrenenie RU 2405599 C1, 10.12.2010. Zajavka № 2009115610/14 ot 27.04.2009.
40. Khadartseva KA, Belyaeva EA, Borisova ON, Atlas EE. Vozmozhnosti vneshnego upravleniya fiziologicheskimi i pa-tologicheskimi protsessami v organizme cheloveka (kratkiy obzor literatury) [The possibilities of external control of physiological and pathological processes in the human body (brief literature review)]. Vestnik novyh meditsinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie. 2015[cited 2015 Sep 28];3[about 8 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5244.pdf>. DOI: 10.12737/13371.
41. Chujan EN, Ananchenko MN, Tribat NS. Individual'no-tipologicheskie reakcii mikroциркуляторных процессов na jelektromagnitnoe izluchenie millimetrovogo diapazona [Individual-typological reactions of micro-circulatory processes to electromagnetic radiation of the millimeter range]. Regionarnoe krovoobrashhenie i mikroциркуляcija. 2010.;9(33):68-74. Russian.
42. Chujan EN, Ravaeva MJu. Mikrohemodinamicheskie pokazateli pri dejstvii jelektromagnitnogo izlucheniya krajne vysokoj chastoty [Microhemodynamic parameters under the action of extremely high frequency electromagnetic radiation]. Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovanija. 2015;4-2:323-5. Russian.
43. Chujan EN, Tribat NS, Ravaeva MJu, Drevetnjak NA. Izmenenie pokazatelej LDF-metrii vo vremja odnokratnogo KVCh-vozdejstvija [Change in LDF-metric indicators during a single EHF exposure]. Fizika zhivogo. 2009;17(2):76-88. Russian.
44. Shub GM, Pronina EA, Krenickij AP, Majborodin AV, Tupikin VD, Rytik AP, Beckij OV. Vlijanie jelektromagnitnogo izlucheniya na chastote molekularnogo spektra pogloshhenija kisloroda na dinamiku rosta prokarioticheskikh kletok [Influence of electromagnetic radiation at the frequency of the molecular spectrum of oxygen absorption on the growth dynamics of prokaryotic cells]. Allergologija i immunologija. 2005; 6(2):208-9. Russian.
45. Lisova OM, Bagatskaya AN, Makhno SN, Gorbyk P. The effect of low-intensity microwave electromagnetic radiation on vital functions of yeast cells in the medium of citric acid. Himija, fizika ta tehnologija poverhni. 2016;7(3):337-43

**Библиографическая ссылка:**

Иванов Д.В., Лишук А.Н., Борисова О.Н. Эффекты низкоэнергетического электромагнитного излучения высоких частот при воздействии на клетки (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2020. №3. Публикация 3-6. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-3/3-6.pdf> (дата обращения: 15.06.2020). DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16658\*

**Bibliographic reference:**

Ivanov DV, Lischuk AN, Borisova ON. Effekty nizkoenergeticheskogo jelektromagnitnogo izlucheniya vysokih chastot pri vozdejstvii na kletki (obzor literatury) [Effects of low-energy electromagnetic radiation of high frequencies under influence on cells (literature review)]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2020 [cited 2020 Jun 15];3 [about 10 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-3/3-6.pdf>. DOI: 24411/2075-4094-2020-16658

\* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-3/e2020-3.pdf>