

**ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ  
НА АНТЕНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗМА  
Часть 2. Отдаленные последствия  
в постнатальный период (обзор)**

*Н.И. Хорсева\*/\*\*, Ю.Г. Григорьев\*\*\*, П.Е. Григорьев\*\*\*\*/\*\*\*\*\**

\*Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН  
(Москва)

\*\*Институт космических исследований РАН  
(Москва)

\*\*\*Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна  
(Москва)

\*\*\*\*Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского  
(Республика Крым, г. Симферополь)

\*\*\*\*\*Тюменский государственный университет  
(г. Тюмень)

Первая часть обзора была посвящена анализу работ по изучению влияния низкоинтенсивных электромагнитных полей природного (космофизические факторы) и техногенного (излучение мобильных телефонов) происхождения, воздействующих на организм в антенатальный период. Данная публикация рассматривает вопросы возможного отдаленного влияния этих факторов внешней среды на постнатальный период. В частности, в разделе, посвященном возможной детерминации постнатального развития организма воздействием космофизических факторов в период внутриутробного развития, изучены возможности применения ретроспективного анализа космофизических факторов, воздействующих на организм в период его внутриутробного (антенатального) развития, для прогноза разных нозологических форм заболеваний и отклонений в развитии после рождения в свете теории о гелиогеофизическом импринтинге. В разделе, содержащем сведения о возможных отдаленных последствиях хронического воздействия излучения мобильного телефона на организм во время его внутриутробного развития, представлены результаты как экспериментальных, так и эпидемиологических исследований. Подчеркнута принципиальная разница в характере биотропного воздействия изучаемых факторов. Космическая погода как неотъемлемый фактор среды обитания в глобальном масштабе имеет циклические и квазипериодические изменения (на уров-

---

**Ответственный за переписку:** Хорсева Наталия Игоревна, адрес: 119334, Москва, ул. Косыгина, д. 4; e-mail: sheridan1957@mail.ru

**Для цитирования:** Хорсева Н.И., Григорьев Ю.Г., Григорьев П.Е. Влияние низкоинтенсивных электромагнитных полей на антенатальный период развития организма. Часть 2. Отдаленные последствия в постнатальный период (обзор) // Журн. мед.-биол. исследований. 2018. Т. 6, № 1. С. 41–55. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.1.41

не десятилетий, года, месяца, недели, дня), в то время как излучение мобильных телефонов – открытый, неконтролируемый и постоянно действующий фактор с выраженным накопительным эффектом. Главной задачей обзора являлась систематизация основных направлений работ в данных областях без подробного анализа механизмов воздействия изучаемых факторов внешней среды, поскольку это вопрос, требующий отдельного рассмотрения. Возможные механизмы воздействия, в частности электромагнитного излучения мобильных телефонов, рассматриваются в большинстве проанализированных работ.

**Ключевые слова:** *низкоинтенсивные электромагнитные поля, космофизические факторы, солнечная и геомагнитная активность, гелиогеофизический импринтинг, излучение мобильных телефонов, постнатальное развитие.*

В первой части обзора были изучены данные возможного влияния низкоинтенсивных электромагнитных полей природного (космическая погода – солнечная и геомагнитная активность (СА и ГМА)) и техногенного (излучение мобильных телефонов (МТ)) происхождения на антенатальный (внутриутробный) период развития организма, включая этап формирования и созревания половых клеток родителей (гаметогенез). Была подчеркнута принципиальная разница в характере биотропного воздействия данных факторов: космическая погода – неотъемлемый фактор внешней среды – в глобальном масштабе имеет циклические и квазипериодические изменения (на уровне десятилетий, года, месяца, недели, дня), в то время как излучение МТ является открытым, неконтролируемым и постоянно действующим фактором с выраженным накопительным эффектом. Именно с этих позиций следует рассматривать результаты исследований, приведенных ниже.

**Возможная детерминация постнатального развития организма воздействием космофизических факторов в антенатальный период.** В области гелиобиологии данная группа исследований лидирует по числу публикаций. При этом анализ влияния факторов космической погоды проводится в периоды времени от многих лет до нескольких суток. Установлено, что максимумы акселерации и ретардации возрастного развития индивида приходятся на определенные годы 22-летнего цикла [1]. Годы минимума СА можно назвать *периодами аксе-*

*лерации*, а годы ее максимума – *периодами ретардации* [2]. В частности, выявлена обратная корреляционная зависимость параметров длины и массы тела новорожденных от показателей К-индекса ГМА и индекса СА по числам Вольфа, которая лучше выражена для четных, чем для нечетных 11-летних циклов СА. При этом в периоды максимумов СА и ГМА происходит сдерживание темпов возрастного развития человека: уменьшаются длина и масса тела новорожденных. У людей, родившихся в эти годы, позже наступает половое созревание, уменьшается относительная длина ног и увеличивается относительный обхват грудной клетки в зрелости [1, 2]. В связи с этим представляет интерес работа С.И. Трухиной с соавторами, которая указывает на то, что масса тела ребенка при рождении может определять успешность его обучения в дальнейшем [3], а также исследование Н.З. Кайгородовой, где рассматриваются вопросы влияния СА на умственную работоспособность первоклассников [4]. Однако, на наш взгляд, в отличие от работы С.И. Трухиной с соавторами, где выводы по результатам исследования хорошо аргументированы, выводы, сделанные в работе Н.З. Кайгородовой, вызывают много вопросов. Например, проводя только два замера показателей умственной работоспособности (объем, скорость, точность и продуктивность выполнения корректурной пробы), автор выявляет связь с показателями СА по числам Вольфа. При этом из всех изученных показателей не изменяется только показатель точности выполнения задания, хотя

именно он, по данным других исследований, может меняться в первую очередь [5], а динамика других показателей умственной работоспособности больше соответствует периоду адаптации первоклассников к обучению. Стоит отметить исследование Е.С. Виноградова [6], где на большом статистическом материале (19 959 человек, родившихся в период 801–1950 годов) были выявлены закономерности распределения частоты рождений одаренных людей по месяцам в эпохи их пониженной и повышенной рождаемости отдельно для разных фаз 11-летнего солнечного цикла.

Заслуживают внимания работы П.В. Василка, в которых выявлены многовековые синхронные изменения показателя магнитного момента Земли и морфологических признаков черепов древнего населения Европы. Показано, что в периоды минимума показателя магнитного момента Земли среди лиц европейских этносов начинают преобладать «узколищые» индивиды на фоне значимой обратной корреляции между данным показателем и ростом человека. Автор полагает, что наличие такой корреляции свидетельствует о глобальном эффекте: увеличение напряженности магнитного поля приводит к ретардации, а его уменьшение – к акселерации в возрастном развитии человека [7]. Если учесть, что в нашу эпоху (в течение XX века) магнитный момент Земли уменьшается на 27 нТл в год, то это может быть существенным фактором, обуславливающим процесс акселерации [8].

Установлено, что если внутриутробное развитие ребенка происходило в год активного Солнца, то его развитие после рождения было более ранним [9, 10]. Рождение девочек с ранним половым развитием отмечено на четвертый год после фазы максимума СА [цит. по 9]. Кроме того, частота врожденных пороков развития с высокой степенью значимости согласуется с уровнем СА: в периоды высокой СА зафиксировано значимое повышение частоты пороков развития сердечно-сосудистой системы, костно-мышечной системы, кожи и ее придатков, половых органов, признаков синдрома

Дауна, множественных врожденных пороков развития, агенезии/дисгенезии почек [11]. Значимое снижение частоты встречаемости расщелины губы зарегистрировано в периоды низкой СА, а повышение – в периоды высокой СА [11]. Отмечено, что в годы с высокой СА увеличивается частота рождения детей с сильным и средне-сильным типами нервной системы, а также детей – левшей и с фактором левшества, а в годы с минимумом СА чаще рождаются дети со слабым и средне-слабым типами нервной системы [12]. Показано, что риск летального исхода при заболевании гепатитом и хронической пневмонией [13, 14], а также при ишемической болезни сердца [13] зависит от фазы 11-летнего цикла СА при рождении.

Интересная закономерность была установлена для вероятности рождения детей с симптомокомплексом послеродовой энцефалопатии (СПЭ). В данном случае необходимо учитывать уровень СА в год рождения матери и ребенка, а также четность цикла СА. Показано, что вероятность рождения детей с СПЭ возрастает, если: 1) годы рождения матери и ребенка находятся в разных фазах солнечных циклов (например, низкая СА в год рождения матери – высокая СА в год рождения ребенка или, наоборот, высокая в год рождения матери – низкая в год рождения ребенка вне зависимости от четности цикла); 2) годы рождения матери и ребенка находятся в одинаковых фазах солнечных циклов (если годы рождения матери и ребенка находятся в фазе минимума СА, то год рождения матери обязательно приходится на нечетный цикл СА, а если годы рождения матери и ребенка приходятся на фазу максимумов, то год рождения матери – в четном цикле). Выявлено, что вероятность рождения детей с СПЭ снижается, если: 1) годы рождения матери и ребенка находятся в фазах максимума СА и в нечетных циклах (19-й и 21-й); 2) годы рождения матери и ребенка находятся в фазах минимума СА и в четных циклах (20-й и 22-й) [15].

Исследования показали, что *повышение* СА, происходящее в период эмбриогенеза, обу-

словливает изменения многих физиологических и биохимических показателей у организма на последующих этапах развития [8, 16]. Так, у здоровых школьников уровень систолического и диастолического давления тем выше, чем выше была СА в год их рождения [16]. Однако некоторые из имеющихся в литературе сообщений нуждаются в подтверждении и дополнительных исследованиях, например данные G. Vos, указывающие на увеличение встречаемости синдрома Дауна с возрастанием географической широты проживания матерей и солнечной активности в год их рождения [17]. *Понижение* уровня космофизических факторов также влияет на постнатальное развитие организма. В частности, установлено, что болезнь Верльгофа протекает тяжелее у детей, которые родились в годы с низким уровнем ГМА [18]. Кроме того, исследования А.М. Вайсермана с коллегами позволили им выдвинуть гипотезу, что уровень СА в пре- и постнатальный периоды (за три месяца до зачатия, в начале, середине и конце беременности, а также в течение первого года жизни) детерминирует продолжительность жизни человека. Выявлено, что чем ниже был уровень СА в эти периоды развития индивида, тем более продолжительной была его жизнь в дальнейшем [19]. Аналогичные результаты были получены и в работе Р.Е. Михайлова с соавторами [20].

Установлено, что космофизические факторы в период внутриутробного развития человека могут оказывать влияние на формирование конституциональных типов, психомоторных реакций [21], функциональной асимметрии головного мозга [22]. Особое место в подобных исследованиях занимают работы В.П. Исхакова, который выявил, что уровень СА в период онтогенеза статистически значимо связан с риском заболевания шизофренией в постнатальный период [23]. Также он предложил метод анализа гелиогеофизической обстановки в период внутриутробного развития с использованием средних значений чисел Вольфа за весь период, совпадающий по времени с периодом внутриутробного раз-

вития. Этот метод был применен во многих исследованиях. Например, А.Н. Корнетов с коллегами, используя метод В.П. Исхакова, показали, что у больных недифференцированной олигофренией в периоды 2-го и 5-го месяцев их внутриутробного развития числа Вольфа были значимо выше, чем в эти же периоды развития у здоровых людей контрольной группы аналогичной возрастной когорты [24]. Для детей с тимомегалией во втором триместре (13–17-я недели гестации) их внутриутробного развития зафиксировано статистически значимое увеличение ГМА [25]. Периоды окончательного формирования всех зон тимуса и эмиграции Т-лимфоцитов и заселения ими периферических лимфоидных органов (14–17-я недели), а также активного роста паренхимы тимуса (19–24-я недели) пришлось на время низкого уровня ГМА. Данное обстоятельство было расценено как фактор риска для развития стойкой гиперплазии вилокочковой железы [25]. Эти сведения и цикл работ ученых из Новосибирска способствовали разработке компьютерной программы «Гелиос», с помощью которой оценивался риск развития тех или иных нарушений здоровья исходя из флуктуаций космофизических факторов в период внутриутробного развития [26, 27].

Однако, на наш взгляд, эти исследования, равно как и программа «Гелиос» и ее модификации, имеют существенный недостаток: анализ гелиогеофизической обстановки в период внутриутробного развития осуществляется исходя из 40-недельного срока гестации, что, приводит к недостаточной точности и упущениям в интерпретации полученных результатов (это было показано в работе [28]). В наших исследованиях мы использовали истинный срок гестации, исходя из анамнестических данных. Было установлено, что статистически значимое увеличение ГМА в сроки 3 и 11 недель гестации существенно повышает риск рождения лиц с СПЭ и неврозоподобными состояниями соответственно [15]. Для лиц с психическими заболеваниями в период их внутриутробного развития 4,5–5,5 недель зарегистрировано

снижение ГМА [15], а в течение 3-го месяца внутриутробного развития выявлено преобладание положительной полярности межпланетного поля на фоне низкого уровня ГМА [29]. Повышенная ГМА в интервале 12–18 сут эмбрионального развития может являться одним из факторов развития эмбрионов с дефектами нервной трубки [30]. Кроме того, снижение ГМА в период, соответствующий 4-й неделе гестации, может рассматриваться как один из факторов риска развития рака щитовидной железы [31].

Результаты вышеприведенных исследований так или иначе подтверждают гипотезу о том, что развивающийся организм как бы «запечатлевают» гелиогеофизическую обстановку в период своего внутриутробного развития. Еще в 70-х годах XX века В.П. Василюк выдвинул предположение о том, что, «существует так называемое электромагнитное импринтирование, т. е. «запоминание» электромагнитной обстановки во время жизни и формирование адекватных реакций организма на ее изменения» [цит. по 8]. Позднее о возможности «запечатления» гелиогеофизической обстановки, но в ближайшее время после рождения, говорилось в работе В.П. Казначеева с соавторами [32]. Ими же был впервые введен термин *гелиогеофизический импринтинг*, который предполагает кратковременность воздействия, скорее даже его одномоментность, приуроченную к моменту рождения. Дальнейшее развитие это положение нашло в трудах Н.А. Темурьянц с соавторами [8], где рассматривалась возможность импринтирования в определенные особо ответственные этапы развития (начиная с зачатия). Также данными авторами обсуждается физическая природа агента, через посредство которого это воздействие реализуется, – электромагнитные поля преимущественно низкой частоты. При этом, возможно, имеет место сложная интерференция наследственных факторов и факторов среды [1].

Необходимо отметить, что термины «импринтинг», «импринтирование» были заимствованы из этологии и стали известны бла-

годаря работам Д. Сполдинга, О. Хейнрота и К. Лоренца (1872–1935 годы), в которых было показано, что существуют чувствительные периоды для «запечатления» внешних воздействий сразу после рождения [33]. Позднее (1978–1979 годы) П. Бейтсон предположил, что период импринтирования, возможно, начинается с зачатия. Он отмечал, что внешняя среда непрерывно меняется, и различные развивающиеся системы могут также изменять свою природу. Они могут быть запрограммированы таким образом, чтобы реагировать на внешние воздействия в различные моменты своего развития [34].

Гипотеза импринтирования нашла свое развитие и в других областях науки. Например, в генетике [35] показана роль геномного импринтинга как в детерминации наследственной патологии человека [36–38], так и в механизмах генетического контроля раннего развития, морфогенеза [39–41]; данное явление рассматривается в иммунологии (иммунологический импринтинг) [42] и эндокринологии (гормональный импринтинг) [43]. Не исключено, что все эти виды импринтирования взаимообусловлены, а одним из связующих звеньев между ними служат именно электромагнитные поля сверхнизкой частоты [15].

**Возможные отдаленные последствия хронического воздействия излучения мобильного телефона в антенатальный период.** В связи с повсеместным использованием мобильной связи остается актуальным вопрос, насколько данный вид электромагнитного излучения радиочастотного диапазона может воздействовать на развивающийся плод. Иными словами – может ли использование мобильной связи беременными женщинами отразиться в дальнейшем на здоровье их детей? Исследования в этой области проводятся достаточно активно, и их можно разделить на два блока – экспериментальные и эпидемиологические.

В продолжение работ Ю.Г. Григорьева, который показал, что воздействие излучения МТ в период эмбрионального развития увеличивает смертность куриных эмбрионов [44],

экспериментальные исследования N. Zareen et al. полностью подтвердили ранее полученные результаты, также было показано, что размеры и масса выживших эмбрионов были меньше обычного [45]. И.Л. Якименко с соавторами в эксперименте с использованием перепелиных яиц установили наличие значительных аномалий развития у 40-часовых эмбрионов, особенно при формировании первых пар дифференцированных сомитов, которые далее вносят свой вклад в образование костей черепа и мышц головы и шеи [46].

В экспериментах на лабораторных животных (крысы, мыши) установлено, что излучение МТ в период беременности оказывает негативное воздействие на функцию почек у потомства [47], в т. ч. на уровне биохимических процессов [48], а также на процессы в клетках мозга и печени [49], ткани сердца [50, 51]. Данное излучение обуславливает изменения функции нервной системы [52] на уровне нейронов, что проявляется в нарушении поведения [53], активности пирамидальных клеток [54] и нейронов ганглия дорсального корешка [55], нейрональных стволовых клеток [56], электрофизиологических свойств нейронов Пуркинью [57]. Определен временный эффект излучения МТ на процессы окостенения скелета [58], а также влияние данного излучения на репродуктивную систему, выражавшееся в уменьшении объема овариальных фолликулярных резервов [59], в т. ч. в начале препубертатного периода [50], и в снижении уровня тестостерона, массы и размеров яичек [60].

Существуют исследования, указывающие на то, что излучение МТ в период раннего эмбриогенеза может быть либо стимулирующим, либо подавляющим, что может определяться продолжительностью воздействия данного излучения [61]. Особое место занимают работы, которые показывают последствия воздействия излучения МТ на репродуктивную систему не только в пренатальный, но и в постнатальный период

[62]. Этот подход особо важен, поскольку не только беременные женщины, но и дети активно пользуются этими гаджетами, несмотря на рекомендации п. 6.9 СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190–03<sup>1</sup>.

По данным *эпидемиологических исследований* установлена связь между временем пользования МТ во время беременности и речевыми нарушениями детей [63], поведением детей [64], в т. ч. увеличением числа детей с эмоциональной неустойчивостью и гиперактивностью [65]. Показано, что использование МТ во время беременности отражается на частоте сердечных сокращений плода и приводит к уменьшению сердечного объема не только в фетальный, но и в неонатальный период [66], оказывает негативное влияние на развитие эмбриона в I триместре [67]. Однако есть указание на то, что негативное влияние излучения МТ во время беременности не столь однозначно: у детей зарегистрированы лишь незначительные изменения в неврологическом развитии, которые могут иметь и другие причины [68].

**Заключение.** Итак, представленные данные, на наш взгляд, убедительно показывают, что антенатальный период является наиболее уязвимым с точки зрения воздействия факторов внешней среды, включая параметры космической погоды и излучения МТ. Однако необходимо отметить, что влияние космофизических факторов не является жестко детерминированным в отношении риска отклонений в возрастном развитии организма. Следует говорить о высокой вероятности возникновения данного риска либо повышенной частоте проявления той или иной патологии развития, которая в сочетании с наследственными и эколого-социальными факторами может привести к нарушениям на последующих этапах возрастного развития индивида.

Воздействие же мобильной связи происходит на фоне постоянного вынужденного облучения за счет базовых станций, Wi-Fi-роутеров

---

<sup>1</sup>СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190–03. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи. Введ. 2003–06–01. М., 2003.

и персональных гаджетов (компьютеры, планшеты и пр.). Несмотря на то, что суммарная интенсивность от этих источников очень низкая, модуляция и мощность различных несущих частот могут существенно повысить биоэффект данного излучения [69]. Не исключено, что в

дальнейшем это может привести к увеличению в популяции лиц с качественно иными физиологическими и патофизиологическими характеристиками, обусловленными воздействием излучения МТ на организм на различных этапах его онтогенеза.

## Список литературы

1. Владимирский Б.М., Сидякин В.Г., Темурьянц Н.А., Макеев Б.В., Самохвалов В.П. Космос и биологические ритмы. Симферополь: СГУ, 1995. 206 с.
2. Никитюк Б.А., Алпатов А.М. Связь вековых изменений процесса роста и развития человека с циклами солнечной активности // Вопр. антропологии. 1979. Вып. 63. С. 34–44.
3. Трухина С.И., Циркин В.И., Трухин А.Н. Масса тела при рождении как предиктор успешности обучения // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Медико-биол. науки. 2013. № 3. С. 89–94.
4. Кайгородова Н.З. Половые особенности влияния солнечной активности на умственную работоспособность первоклассников // Вестн. Томск. гос. пед. ун-та. 2009. Вып. 8(86). С. 135–137.
5. Хорсева Н.И. Возможность использования психофизиологических показателей для оценки влияния космофизических факторов (обзор) // Геофиз. процессы и биосфера. 2013. Т. 12, № 2. С. 34–56.
6. Виноградов Е.С. Изменение частоты рождения одаренных людей в разных фазах 11-летнего солнечного цикла за 1100 лет. URL: <http://alexnn.trinitas.pro/files/2013/01/e.s.-vinogradov-izmenenie-chastoty-rozhdeniy-odarenyih-lyudey-v-raznyih-fazah.doc> (дата обращения: 15.06.2017).
7. Василик П.В. Системный анализ влияния магнитного поля Земли на рост и развитие человека // Кибернетика и вычисл. техника. 1979. Вып. 45. С. 12–20.
8. Темурьянц Н.А., Владимирский Б.М., Тишкин О.Г. Сверхнизкочастотные электромагнитные сигналы в биологическом мире. Киев: Наук. думка, 1992. 187 с.
9. Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А. Влияние солнечной активности на биосферу – ноосферу. М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. 374 с.
10. Петричук С.И., Шищенко В.М., Духова З.Н., Гайтинова А.А., Нарциссов Р.П., Сизов И.П. Влияние естественных физических факторов внешней среды на состояние беременных женщин с физиологическим течением беременности // Биофизика. 1998. Т. 43, вып. 5. С. 853–856.
11. Крикунова Н.И., Назаренко Л.П., Леонов В.П., Минайчева Л.И., Черных В.Г. Уровень врожденных пороков развития в томской популяции и действие гелиогеофизического фактора. URL: [http://www.biometrika.tomsk.ru/lib/cm\\_sun.htm](http://www.biometrika.tomsk.ru/lib/cm_sun.htm) (дата обращения: 06.06.2017).
12. Хорсева Н.И., Зенченко Т.А. Сравнение индивидуально-типологических особенностей людей, рожденных в разные годы 21-23 циклов солнечной активности // Тез. докл. VI Междунар. крым. конф. «Космос и биосфера» (г. Партенит, Крым, Украина, 26 сентября – 1 октября 2005 года). Партенит, 2005. С. 76.
13. Казначеев В.П., Михайлова Л.П. Биоинформационная функция естественных электромагнитных полей. Новосибирск: Наука, 1985. 181 с.
14. Деряпа Н.Р., Хаснулин В.И., Николаев В.Н. Итоги исследований гелиоклиматологии человека по программе «Глобэкс-80» // Проблемы солнечно-биосферных связей. Новосибирск: Ред.-изд. отд. СО АМН СССР, 1982. С. 40–49.
15. Хорсева Н.И. Экологическое значение естественных электромагнитных полей в период внутриутробного развития человека: дис. ... канд. биол. наук. М., 2004. 144 с.
16. Козлов В.А., Козлова А.К., Незнакова А.З., Налёдаков Б.Н. Влияние солнечной активности на изменение некоторых соматометрических и физиологических показателей в процессе акселерации // Физико-математические и биологические проблемы действия электромагнитных полей и ионизации воздуха: в 2 т. М.: Наука, 1975. Т. 2. С. 67–70.

17. *Bos G.J.* Possible Relationship Between Sunspot Cycles and Fluctuations in Frequency of Mongolism // *J. Interdiscip. Cycle Res.* 1972. Vol. 3, № 2-3. P. 267–268.
18. *Нарцисов Р.П., Ожегов А.М., Рынейская В.А.* Течение болезни Верльгофа у детей в условиях спокойного и активного Солнца // *Педиатрия.* 1981. № 5. С. 29–31.
19. *Vayserman A.M., Koshel N.M., Belaja I.I., Voitenko V.P.* Influence of Solar Activity in Pre- and Postnatal Stages of Development on Human Longevity // Тез. докл. Междунар. крым. семинара «Космос и биосфера. Физические поля в биологии, медицине и экологии» (г. Партенит, Крым, Украина, 1–6 октября 2001 года). Партенит, 2001. С. 58–59.
20. *Михайлов Р.Е., Белишева Н.К., Новосельцев Р.Г., Черней С.Д., Виноградов А.Н.* Зависимость продолжительности жизни пациентов психоневрологического интерната от уровня солнечной активности в год своего рождения // *Изв. Самар. науч. центра РАН.* 2011. Т. 13, № 1(8). С. 1905–1909.
21. *Волчек О.Д., Павлов К.И.* Сопряженность показателей сенсомоторики с природными условиями месяцев зачатия и рождения // *Уч. зап. СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова.* 2011. Т. XVIII, № 3. С. 63–64.
22. *Волчек О.Д.* Функциональная асимметрия мозга и условия среды обитания раннего эмбриогенеза и онтогенеза // *Уч. зап. СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова.* 2013. Т. XX, № 2. С. 28–31.
23. *Исхаков В.П.* К вопросу о возможной связи между шизофренией и солнечной активностью // *Живые системы и гелиогеофизические факторы.* М.: Наука, 1976. С. 13–16.
24. *Корнетов А.Н., Самохвалов В.П., Корнетов Н.А.* Ритмологические и экологические исследования при психических заболеваниях. Киев: Здоровья, 1988. 204 с.
25. *Воропеева Я.В., Чибисов С.М., Меладзе З.А., Ходорович Н.А., Харлицкая Е.В.* Влияние космической погоды на внутриутробное формирование вилочковой железы // *Междунар. журн. приклад. и фундам. исследований.* 2015. № 6-1. С. 65–67.
26. *Трофимов А.В.* Пренатальный гелиоимпринтинг. Новые технологии профилактической медицины. Германия: Palmarium Academic Publishing, 2012. 344 с.
27. *Трофимов А.В.* Новосибирская школа гелиобиологии в эстафете «русского космизма»: тез. докл. на Междунар. конф. «Юбилейные чтения, посвященные 120-летию А.Л. Чижевского» (Санкт-Петербург, 29 марта 2017 года). URL: [http://www.isrica.ru/index.php?Itemid=4&id=8&option=com\\_content&view=article](http://www.isrica.ru/index.php?Itemid=4&id=8&option=com_content&view=article) (дата обращения: 15.06.2017).
28. *Хорсева Н.И., Конрадов А.А.* Индивидуально-ретроспективный анализ гелиогеофизической обстановки в период внутриутробного развития человека // Тез. II Междунар. конф. «Человек и электромагнитные поля» (г. Саров, 28 мая – 1 июня 2007 года). Саров, 2007. С. 57.
29. *Григорьев П.Е.* Психические заболевания и вариации знака межпланетного магнитного поля в эмбриогенезе человека // *Уч. зап. Тавр. нац. ун-та им. В.И. Вернадского. Сер.: Биология, химия.* 2003. Т. 16(55), № 1. С. 35–40.
30. *Григорьев П.Е.* Гелиогеофизические факторы риска возникновения пороков развития нервной трубки // *Авиакосм. и экол. медицина.* 2008. Т. 42, № 4. С. 63–65.
31. *Григорьев П.Е., Вайсерман А.М., Мехова Л.В., Болгов М.Ю., Безруков О.Ф.* Геомагнитная активность как фактор риска рака щитовидной железы (гипотезы, расчеты, обоснование) // *Онкология.* 2010. Т. 12, № 2. С. 118–121.
32. *Казначеев В.П., Деряпа Н.Р., Хаснулин В.И., Трофимов А.В.* О феномене гелиогеофизического импринтирования и его значении в формировании типов адаптивных реакций человека // *Бюл. Сиб. отд-ния АМН СССР.* 1985. № 5. С. 3–7.
33. *Мак-Фарленд Д.* Поведение животных. Психобиология, этология и эволюция: пер. с англ. / под ред. акад. П.В. Симонова. М.: Мир, 1988. 520 с.
34. *Bateson P.* How Do Sensitive Periods Arise and What Are They for? // *Anim. Behav.* 1979. Vol. 27, pt. 2. P. 470–486.
35. *Crouse H.V.* The Nature of the Influence of X-Translocations on Sex of Progeny in *Sciara Coprophila* // *Chromosoma.* 1960. Vol. 11. P. 146–166.
36. *Шинин В.В., Зорин С.А.* Роль геномного импринтинга и метилирования ДНК в наследственной патологии человека // *Мед. науч. и учеб.-метод. журн.* 2001. № 4. С. 101–103.

37. *Bartolomei M.S., Tilghman S.M.* Genomic Imprinting in Mammals // *Annu. Rev. Genet.* 1997. Vol. 31. P. 493–525.
38. *Surani M.A., Kothary R., Allen N.D., Singh P.B., Fundele R., Ferguson-Smith A.C., Barton S.C.* Genome Imprinting and Development in the Mouse // *Development (suppl.)*. 1990. Vol. 89. P. 89–98.
39. *Исаев Д.А., Платонов Е.С., Колюхов Б.В.* Распределение партеногенетических клонов эпидермальных меланобластов у химерных мышей C57BL/6(PG)↔BALB/c // *Онтогенез*. 1997. Т. 28, № 4. С. 306–313.
40. *Колюхов Б.В., Малинина Н.А., Сажина М.В.* Экспрессия мутантного гена *mi* у мыши: паттерн белой пятнистости // *Генетика*. 1996. Т. 32, № 11. С. 1521–1527.
41. *Kavet R.I.* EMF and Current Cancer Concepts // *Bioelectromagnetics*. 1996. Vol. 17, № 5. P. 339–357.
42. *Tennenbaum J.* Russian Scientists Replicate ‘Impossible’ Mitogenetic Radiation // *21st Century Science & Technology*. Winter 2000–2001. Vol. 13, № 4. P. 60–63.
43. *Бриндак О.И., Позывайло С.М., Шенорик И.В., Градюшко А.А.* Гормональный импринтинг и его значение в физиологии и патологии эндокринной системы // *Успехи физиол. наук*. 1992. Т. 23, № 3. С. 78–84.
44. *Григорьев Ю.Г.* Влияние электромагнитного поля сотового телефона на куриные эмбрионы (к оценке опасности по критерию смертности) // *Радиационная биология. Радиоэкология*. 2003. Т. 43, № 5. С. 541–543.
45. *Zareen N., Khan M.Y., Minhas L.A.* Dose Related Shifts in the Developmental Progress of Chick Embryos Exposed to Mobile Phone Induced Electromagnetic Fields // *J. Ayub. Med. Coll. Abbottabad*. 2009. Vol. 21, № 1. P. 130–134.
46. *Якименко И.Л., Хенишель Д., Сидорик Е.П., Цыбулин А.С., Розумнюк В.Т.* Влияние электромагнитного излучения мобильного телефона на сомитогенез птицы // *Доповіді Національної академії наук України*. 2011. № 1. С. 146–152.
47. *Bedir R., Tumkaya L., Şehitoğlu İ., Kalkan Y., Yılmaz A., Şahin O.Z.* The Effect of Exposure of Rats During Prenatal Period to Radiation Spreading from Mobile Phones on Renal Development // *Ren. Fail.* 2015. Vol. 37, № 2. P. 305–309.
48. *Odacı E., Ünal D., Mercantepe T., Topal Z., Hancı H., Türedi S., Erol H.S., Mungan S., Kaya H., Çolakoğlu S.* Pathological Effects of Prenatal Exposure to a 900 MHz Electromagnetic Field on the 21-Day-Old Male Rat Kidney // *Biotech. Histochem.* 2015. Vol. 90, № 2. P. 93–101.
49. *Çetin H., Nazıroğlu M., Çelik Ö., Yüksel M., Pastacı N., Özkaya M.O.* Liver Antioxidant Stores Protect the Brain from Electromagnetic Radiation (900 and 1800 MHz)-Induced Oxidative Stress in Rats During Pregnancy and the Development of Offspring // *J. Matern. Fetal Neonatal Med.* 2014. Vol. 27, № 18. P. 1915–1921.
50. *Türedi S., Hancı H., Topal Z., Ünal D., Mercantepe T., Bozkurt İ., Kaya H., Odacı E.* The Effects of Prenatal Exposure to a 900-MHz Electromagnetic Field on the 21-Day-Old Male Rat Heart // *Electromagn. Biol. Med.* 2015. Vol. 34, № 4. P. 390–397.
51. *Ye W., Wang F., Zhang W., Fang N., Zhao W., Wang J.* Effect of Mobile Phone Radiation on Cardiovascular Development of Chick Embryo // *Anat. Histol. Embryol.* 2016. Vol. 45, № 3. P. 197–208.
52. *Kaplan S., Deniz O.G., Önger M.E., Türkmen A.P., Yurt K.K., Aydın I., Altunkaynak B.Z., Davis D.* Electromagnetic Field and Brain Development // *J. Chem. Neuroanat.* 2016. Vol. 75, pt. B. P. 52–61.
53. *Aldad T.S., Gan G., Gao X.B., Taylor H.S.* Fetal Radiofrequency Radiation Exposure from 800–1900 MHz-Rated Cellular Telephones Affects Neurodevelopment and Behavior in Mice // *Sci. Rep.* 2012. № 2. P. 312.
54. *Bas O., Odacı E., Mollaoglu H., Uçok K., Kaplan S.* Chronic Prenatal Exposure to the 900 Megahertz Electromagnetic Field Induces Pyramidal Cell Loss in the Hippocampus of Newborn Rats // *Toxicol. Ind. Health.* 2009. Vol. 25, № 6. P. 377–384.
55. *Ingole I.V., Ghosh S.K.* Effect of Exposure to Radio Frequency Radiation Emitted by Cell Phone on the Developing Dorsal Root Ganglion of Chick Embryo: A Light Microscopic Study // *Nepal Med. Coll. J.* 2012. Vol. 14, № 4. P. 337–341.
56. *Chen C., Ma Q., Liu C., Liu C., Deng P., Zhu G., Zhang L., He M., Lu Y., Duan W., Pei L., Li M., Yu Z., Zhou Z.* Exposure to 1800 MHz Radiofrequency Radiation Impairs Neurite Outgrowth of Embryonic Neural Stem Cells // *Sci. Rep.* 2014. № 4. Art. № 5103.
57. *Haghani M., Shabani M., Moazzami K.* Maternal Mobile Phone Exposure Adversely Affects the Electrophysiological Properties of Purkinje Neurons in Rat Offspring // *Neuroscience*. 2013. Vol. 250. P. 588–598.
58. *Fragopoulou A.F., Koussoulakos S.L., Margaritis L.H.* Cranial and Postcranial Skeletal Variations Induced in Mouse Embryos by Mobile Phone Radiation // *Pathophysiology*. 2010. Vol. 17, № 3. P. 169–177.

59. Gul A., Celebi H., Uğraş S. The Effects of Microwave Emitted by Cellular Phones on Ovarian Follicles in Rats // Arch. Gynecol. Obstet. 2009. Vol. 280, № 5. P. 729–733.

60. Sehitoglu I., Tumkaya L., Kalkan Y., Bedir R., Cure M.C., Zorba O.U., Cure E., Yuce S. Biochemical and Histopathological Effects on the Rat Testis After Exposure to Electromagnetic Field During Fetal Period // Arch. Esp. Urol. 2015. Vol. 68, № 6. P. 562–568.

61. Tsybulin O., Sidorik E., Brieieva O., Buchynska L., Kyrylenko S., Henshel D., Yakymenko I. GSM 900 MHz Cellular Phone Radiation Can Either Stimulate or Depress Early Embryogenesis in Japanese Quails Depending on the Duration of Exposure // Int. J. Radiat. Biol. 2013. Vol. 89, № 9. P. 756–763.

62. Верещако Г.Г., Чуешова Н.В., Горюх Г.А., Наумов А.Д. Состояние репродуктивной системы крыс-самцов первого поколения, полученных от облученных родителей и подвергнутых воздействию ЭМИ (897 МГц) в период эмбриогенеза и постнатального развития // Радиационная биология. Радиоэкология. 2014. Т. 54, № 2. С. 186–192.

63. Zarei S., Mortazavi S.M.J., Mehdizadeh A.R., Jalalipour M., Borzou S., Taeb S., Haghani M., Mortazavi S.A., Shojaei-Fard M.B., Nematollahi S., Alighanbari N., Jarideh S. A Challenging Issue in the Etiology of Speech Problems: The Effect of Maternal Exposure to Electromagnetic Fields on Speech Problems in the Offspring // J. Biomed. Phys. Eng. 2015. Vol. 5, № 3. P. 151–154.

64. Guxens M., van Eijsden M., Vermeulen R., Loomans E., Vrijkotte T.G., Komhout H., van Strien R.T., Huss A. Maternal Cell Phone and Cordless Phone Use During Pregnancy and Behaviour Problems in 5-Year-Old Children // J. Epidemiol. Community Health. 2013. Vol. 67, № 5. P. 432–438.

65. Divan H.A., Kheifets L., Obel C., Olsen J. Prenatal and Postnatal Exposure to Cell Phone Use and Behavioral Problems in Children // Epidemiology. 2008. Vol. 19, № 4. P. 523–529.

66. Rezk A.Y., Abdulqawi K., Mustafa R.M., Abo El-Azm T.M., Al-Inany H. Fetal and Neonatal Responses Following Maternal Exposure to Mobile Phones // Saudi Med. J. 2008. Vol. 29, № 2. P. 218–223.

67. Su X.J., Yuan W., Tan H., Liu X.Y., Li D., Li D.K., Huang G.Y., Zhang L.W., Miao M.H. Correlation Between Exposure to Magnetic Fields and Embryonic Development in the First Trimester // PLoS One. 2014. Vol. 9, № 6. P. e101050.

68. Vrijheid M., Martinez D., Fornis J., Guxens M., Julvez J., Ferrer M., Sunyer J. Prenatal Exposure to Cell Phone Use and Neurodevelopment at 14 Months // Epidemiology. 2010. Vol. 21, № 2. P. 259–262.

69. Григорьев Ю.Г., Григорьев О.А. Сотовая связь и здоровье. Электромагнитная обстановка. Радио-биологические и гигиенические проблемы. Прогноз опасности. М.: Экономика, 2016. 573 с.

## References

1. Vladimirskiy B.M., Sidyakin V.G., Temur'yants N.A., Makeev B.V., Samokhvalov V.P. *Kosmos i biologicheskie ritmy* [Space and Biological Rhythms]. Simferopol, 1995. 206 p.

2. Nikityuk B.A., Alpatov A.M. Svyaz' vekovykh izmeneniy protsessa rosta i razvitiya cheloveka s tsiklami solnechnoy aktivnosti [Relationship Between Secular Variations in the Process of Human Growth and Development and the Cycles of Solar Activity]. *Voprosy antropologii*, 1979, no. 63, pp. 34–44.

3. Trukhina S.I., Tsirkin V.I., Trukhin A.N. Massa tela pri rozhdenii kak prediktor uspešnosti obucheniya [Birth Weight as a Predictor of Academic Performance]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2013, no. 3, pp. 89–94.

4. Kaygorodova N.Z. Polovye osobennosti vliyaniya solnechnoy aktivnosti na umstvennyuyu rabotosposobnost' pervoklassnikov [Sexual Features of Influence of Solar Activity on Intellectual Working Capacity of First-Graders]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*, 2009, no. 8, pp. 135–137.

5. Khorseva N.I. Vozmozhnost' ispol'zovaniya psikhofiziologicheskikh pokazateley dlya otsenki vliyaniya kosmofizicheskikh faktorov (obzor) [Possibility of Using the Psychophysiological Indices for the Evaluation of the Influence of Cosmophysical Factors (Review)]. *Geofizicheskie protsessy i biosfera*, 2013, vol. 12, no. 2, pp. 34–56.

6. Vinogradov E.S. *Izmenenie chastoty rozhdeniya odarenykh lyudey v raznykh fazakh 11-letnego solnechnogo tsikla za 1100 let* [Changes in the Frequency of Birth of Gifted People in Various Phases of the 11-Year Solar Cycle over 1100 Years]. Available at: <http://alexnn.trinitas.pro/files/2013/01/e.s.-vinogradov-izmenenie-chastoty-rozhdeniy-odarenykh-lyudey-v-raznykh-fazah.doc> (accessed 15 June 2017).

7. Vasilik P.V. Sistemnyy analiz vliyaniya magnitnogo polya Zemli na rost i razvitie cheloveka [System Analysis of the Influence of the Earth's Magnetic Field on Human Growth and Development]. *Kibernetika i vychislitel'naya tekhnika*, 1979, no. 45, pp. 12–20.
8. Temur'yants N.A., Vladimirskiy B.M., Tishkin O.G. *Sverkhnizkochastotnye elektromagnitnye signaly v biologicheskoy mire* [Ultra-Low-Frequency Electromagnetic Signals in the Biological World]. Kiev, 1992. 187 p.
9. Vladimirskiy B.M., Temur'yants N.A. *Vliyanie solnechnoy aktivnosti na biosferu – noosferu* [Influence of Solar Activity on the Biosphere – Noosphere]. Moscow, 2000. 374 p.
10. Petrichuk S.I., Shishchenko V.M., Dukhova Z.N., Gaytinova A.A., Nartsissov R.P., Sizov I.P. Vliyanie estestvennykh fizicheskikh faktorov vneshney sredy na sostoyanie beremennykh zhenshchin s fiziologicheskim techeniem beremennosti [Influence of Natural Physical Factors of the Environment on the State of Pregnant Women with Physiological Pregnancy]. *Biofizika*, 1998, vol. 43, no. 5, pp. 853–856.
11. Krikunova N.I., Nazarenko L.P., Leonov V.P., Minaycheva L.I., Chernykh V.G. *Uroven'vrozhdennykh porokov razvitiya v tomskoy populyatsii i deystvie geliogeofizicheskogo faktora* [Inherent Developmental Defects Level in the Tomsk Population and Influence of Heliophysical Factor]. Available at: [http://www.biometrika.tomsk.ru/lib/cm\\_sun.htm](http://www.biometrika.tomsk.ru/lib/cm_sun.htm) (accessed 6 June 2017).
12. Khorseva N.I., Zenchenko T.A. Sravnenie individual'no-tipologicheskikh osobennostey lyudey, rozhdennykh v raznye gody 21-23 tsiklov solnechnoy aktivnosti [Comparison of Individual and Typological Characteristics of People Born in Different Years of 21–23 Cycles of Solar Activity]. *Tezisy dokladov VI Mezhdunarodnoy krymskoy konferentsii "Kosmos i biosfera"* [Proc. 6th Int. Crimean Conf. "Space and the Biosphere"]. Partenit, 2005, p. 76.
13. Kaznacheev V.P., Mikhaylova L.P. *Bioinformatsionnaya funktsiya estestvennykh elektromagnitnykh poley* [Bioinformation Function of Natural Electromagnetic Fields]. Novosibirsk, 1985. 181 p.
14. Deryapa N.R., Khasulin V.I., Nikolaev V.N. Itogi issledovaniy gelioklimatologii cheloveka po programme "Globeks-80" [Results of Research on Human Helioclimatology Within the Globeks-80 Programme]. *Problemy solnechno-biosfernykh svyazey* [Problems of Solar-Biospheric Relationships]. Novosibirsk, 1982, pp. 40–49.
15. Khorseva N.I. *Ekologicheskoe znachenie estestvennykh elektromagnitnykh poley v period vnutriutrobnogo razvitiya cheloveka* [Ecological Significance of Natural Electromagnetic Fields During Human Prenatal Development]. Moscow, 2004. 144 p.
16. Kozlov V.A., Kozlova A.K., Neznakova A.Z., Naledakov B.N. Vliyanie solnechnoy aktivnosti na izmenenie nekotorykh somatometricheskikh i fiziologicheskikh pokazateley v protsesse akseleratsii [Influence of Solar Activity on the Changes in Some Somatometric and Physiological Parameters in the Process of Acceleration]. *Fiziko-matematicheskie i biologicheskie problemy deystviya elektromagnitnykh poley i ionizatsii vozdukha* [Physico-Mathematical and Biological Aspects of the Action of Electromagnetic Fields and Air Ionization]. Moscow, 1975. Vol. 2, pp. 67–70.
17. Bos G.J. Possible Relationship Between Sunspot Cycles and Fluctuations in Frequency of Mongolism. *J. Interdiscip. Cycle Res.*, 1972, vol. 3, no. 2-3, pp. 267–268.
18. Nartsissov R.P., Ozhegov A.M., Ryneyskaya V.A. Techenie bolezni Verl'gofa u detey v usloviyakh spokoynogo i aktivnogo Solntsa [The Course of Werlhof's Disease in Children Under the Conditions of Quiet and Active Sun]. *Pediatrics*, 1981, no. 5, pp. 29–31.
19. Vayserman A.M., Koshel N.M., Belaja I.I., Voitenko V.P. Influence of Solar Activity in Pre- and Postnatal Stages of Development on Human Longevity. *Tezisy dokladov Mezhdunarodnogo krymskogo seminara "Kosmos i biosfera. Fizicheskie polya v biologii, meditsine i ekologii"* [Proc. Int. Crimean Semin. "Space and the Biosphere. Physical Fields in Biology, Medicine and Ecology"]. Partenit, 2001, pp. 58–59.
20. Mikhaylov R.E., Belisheva N.K., Novosel'tsev R.G., Cherney S.D., Vinogradov A.N. Zavisimost' prodolzhitel'nosti zhizni patsientov psikhonevrologicheskogo internata ot urovnya solnechnoy aktivnosti v god svoego rozhdeniya [Dependence of Life Expectancy at Patients of Psychoneurological Internat on Level of Solar Activity in a Year of the Birth]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2011, vol. 13, no. 1, pp. 1905–1909.
21. Volchek O.D., Pavlov K.I. Sopryazhennost' pokazateley sensomotoriki s prirodnyimi usloviyami mesyatsev zachatiya i rozhdeniya [Correlations Between Sensorimotor Indices and Environment Conditions in the Months of Conception and Birth]. *Uchenye zapiski SPbGMU im. akad. I.P. Pavlova*, 2011, vol. 18, no. 3, pp. 63–64.
22. Volchek O.D. Funktsional'naya asimetriya mozga i usloviya sredy obitaniya rannego embriogeneza i ontogeneza [Functional Brain Asymmetry and Environmental Conditions During Early Embryogenesis and Ontogenesis]. *Uchenye zapiski SPbGMU im. akad. I.P. Pavlova*, 2013, vol. 20, no. 2, pp. 28–31.

23. Iskhakov V.P. K voprosu o vozmozhnoy svyazi mezhdru shizofreniey i solnechnoy aktivnost'yu [On a Possible Link Between Schizophrenia and Solar Activity]. *Zhivye sistemy i geliogeofizicheskie faktory* [Living Systems and Heliogeophysical Factors]. Moscow, 1976, pp. 13–16.
24. Kornetov A.N., Samokhvalov V.P., Kornetov N.A. *Ritmologicheskie i ekologicheskie issledovaniya pri psikhicheskikh zabollevaniyakh* [Rhythmological and Ecological Studies in Mental Illness]. Kiev, 1988. 204 p.
25. Voropaeva Ya.V., Chibisov S.M., Meladze Z.A., Khodorovich N.A., Kharlitskaya E.V. Vliyanie kosmicheskoy pogody na vnutritrobnoe formirovanie vilochkovoy zhelezy [Influence of Space Weather on Pre-Natal Formation of Thymus Gland]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, 2015, no. 6-1, pp. 65–67.
26. Trofimov A.V. *Prenatal'nyy geliointprinting. Novye tekhnologii profilakticheskoy meditsiny* [Prenatal Heliointprinting. New Preventive Technologies]. Palmarium Academic Publishing, 2012. 344 p.
27. Trofimov A.V. *Novosibirskaya shkola geliobiologii v estafete "russkogo kosmizma"* [Novosibirsk School of Heliobiology Picking up the Baton of Russian Cosmism]. Available at: [http://www.isrica.ru/index.php?Itemid=4&id=8&option=com\\_content&view=article](http://www.isrica.ru/index.php?Itemid=4&id=8&option=com_content&view=article) (accessed 15 June 2017).
28. Khorseva N.I., Konradov A.A. Individual'no-retrospektivnyy analiz geliogeofizicheskoy obstanovki v period vnutritrobnogo razvitiya cheloveka [Individual Retrospective Analysis of the Heliogeophysical Situation During Human Intrauterine Development]. *Tezisy II Mezhdunarodnoy konferentsii "Chelovek i elektromagnitnye polya"* [Proc. 2nd Int. Conf. "Human and Electromagnetic Fields"]. Sarov, 2007, p. 57.
29. Grigor'ev P.E. Psikhicheskie zabollevaniya i variatsii znaka mezhpplanetnogo magnitnogo polya v embriogeneze cheloveka [Mental Diseases and Variations of the Sign of the Interplanetary Magnetic Field in Human Embryogenesis]. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Ser.: Biologiya, khimiya*, 2003, vol. 16, no. 1, pp. 35–40.
30. Grigor'ev P.E. Geliogeofizicheskie faktory riska vzniknoveniya porokov razvitiya nervnoy trubki [Heliogeophysical Risk Factors of Development of Neural Tube Defects]. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina*, 2008, vol. 42, no. 4, pp. 63–65.
31. Grigor'ev P.E., Vayserman A.M., Mekhova L.V., Bolgov M.Yu., Bezrukov O.F. Geomagnitnaya aktivnost' kak faktor riska raka shchitovidnoy zhelezy (gipotezy, raschety, obosnovanie) [Geomagnetic Activity as Risk Factor of Thyroid Cancer (Hypotheses, Estimation, Substantiation)]. *Onkologiya*, 2010, vol. 12, no. 2, pp. 118–121.
32. Kaznacheev V.P., Deryapa N.R., Khasnulin V.I., Trofimov A.V. O fenomene geliogeofizicheskogo imprintirovaniya i ego znachenii v formirovanii tipov adaptivnykh reaktsiy cheloveka [On the Phenomenon of Heliogeophysical Imprinting and Its Role in the Formation of Various Adaptive Responses in Humans]. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya AMN SSSR*, 1985, no. 5, pp. 3–7.
33. McFarland D. *Animal Behaviour: Psychology, Ethology and Evolution*. FT Prentice Hall, 1985 (Russ. ed.: Mak-Farland D. *Povedenie zhivotnykh. Psikhobiologiya, etologiya i evolyutsiya*. Moscow, 1988. 520 p.).
34. Bateson P. How Do Sensitive Periods Arise and What Are They for? *Anim. Behav.*, 1979, vol. 27, pt. 2, pp. 470–486.
35. Crouse H.V. The Nature of the Influence of X-Translocations on Sex of Progeny in *Sciara Coprophila*. *Chromosoma*, 1960, vol. 11, no. 1, pp. 146–166.
36. Shinin V.V., Zorin S.A. Rol' genomnogo imprintinga i metilirovaniya DNK v nasledstvennoy patologii cheloveka [The Role of Genomic Imprinting and DNA Methylation in Human Hereditary Pathology]. *Meditsinskiy nauchnyy i uchebno-metodicheskiy zhurnal*, 2001, no. 4, pp. 101–103.
37. Bartolomei M.S., Tilghman S.M. Genomic Imprinting in Mammals. *Annu. Rev. Genet.*, 1997, vol. 31, pp. 493–525.
38. Surani M.A., Kothary R., Allen N.D., Singh P.B., Fundele R., Ferguson-Smith A.C., Barton S.C. Genome Imprinting and Development in the Mouse. *Dev. Suppl.*, 1990, pp. 89–98.
39. Isaev D.A., Platonov E.S., Konyukhov B.V. Raspredelenie partenogeneticheskikh klonov epidermal'nykh melanoblastov u khimernykh myshey C57BL/6(PG)↔BALB/c [Distribution of Parthenogenetic Clones of Epidermal Melanoblasts in Chimeric C57BL/6 (PG) ↔BALB/c Mice]. *Ontogenez*, 1997, vol. 28, no. 4, pp. 306–313.
40. Konyukhov B.V., Malinina N.A., Sazhina M.V. Ekspressiya mutantnogo gena mi u myshi: pattern beloy pyatnistosti [Expression of the Mutant Mi Gene in Mice: White Spotting Pattern]. *Genetika*, 1996, vol. 32, no. 11, pp. 1521–1527.
41. Kavet R. EMF and Current Cancer Concepts. *Bioelectromagnetics*, 1996, vol. 17, no. 5, pp. 339–357.

42. Tennenbaum J. Russian Scientists Replicate 'Impossible' Mitogenetic Radiation. *21st Century Science & Technology*, winter 2000–2001, vol. 13, no. 4, pp. 60–63.
43. Brindak O.I., Pozyvaylo S.M., Shendrik I.V., Gradyushko A.A. Gormonal'nyy imprinting i ego znachenie v fiziologii i patologii endokrinnoy sistemy [Hormonal Imprinting and Its Significance in the Physiology and Pathology of the Endocrine System]. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk*, 1992, vol. 23, no. 3, pp. 78–84.
44. Grigor'ev Yu.G. Vliyaniye elektromagnitnogo polya sotovogo telefona na kurinye embriony (k otsenke opasnosti po kriteriyu smertnosti) [Biological Effects of Mobile Phone Electromagnetic Field on Chicken Embryos (Risk Assessment Using the Mortality Rate)]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya*, 2003, vol. 43, no. 5, pp. 541–543.
45. Zareen N., Khan M.Y., Minhas L.A. Dose Related Shifts in the Developmental Progress of Chick Embryos Exposed to Mobile Phone Induced Electromagnetic Fields. *J. Ayub. Med. Coll. Abbottabad.*, 2009, vol. 21, no. 1, pp. 130–134.
46. Yakimenko I.L., Khenshel' D., Sidorik E.P., Tsybulin A.S., Rozumnyuk V.T. Vliyaniye elektromagnitnogo izlucheniya mobil'nogo telefona na somitogenez ptitsy [Effect of Electromagnetic Radiation of Cell Phone on Bird Somitogenesis]. *Dopovidi Natsional'noi akademii nauk Ukraini*, 2011, no. 1, pp. 146–152.
47. Bedir R., Tumkaya L., Şehitoğlu İ., Kalkan Y., Yılmaz A., Şahin O.Z. The Effect of Exposure of Rats During Prenatal Period to Radiation Spreading from Mobile Phones on Renal Development. *Ren. Fail.*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 305–309.
48. Odacı E., Ünal D., Mercantepe T., Topal Z., Hancı H., Türedi S., Erol H.S., Mungan S., Kaya H., Çolakoğlu S. Pathological Effects of Prenatal Exposure to a 900 MHz Electromagnetic Field on the 21-Day-Old Male Rat Kidney. *Biotech. Histochem.*, 2015, vol. 90, no. 2, pp. 93–101.
49. Çetin H., Nazıroğlu M., Çelik Ö., Yüksel M., Pastacı N., Özkaya M.O. Liver Antioxidant Stores Protect the Brain from Electromagnetic Radiation (900 and 1800 MHz)-Induced Oxidative Stress in Rats During Pregnancy and the Development of Offspring. *J. Matern. Fetal Neonatal Med.*, 2014, vol. 27, no. 18, pp. 1915–1921.
50. Türedi S., Hancı H., Topal Z., Ünal D., Mercantepe T., Bozkurt İ., Kaya H., Odacı E. The Effects of Prenatal Exposure to a 900-MHz Electromagnetic Field on the 21-Day-Old Male Rat. *Electromagn. Biol. Med.*, 2015, vol. 34, no. 4, pp. 390–397.
51. Ye W., Wang F., Zhang W., Fang N., Zhao W., Wang J. Effect of Mobile Phone Radiation on Cardiovascular Development of Chick Embryo. *Anat. Histol. Embryol.*, 2016, vol. 45, no. 3, pp. 197–208.
52. Kaplan S., Deniz O.G., Önger M.E., Türkmen A.P., Yurt K.K., Aydın I., Altunkaynak B.Z., Davis D. Electromagnetic Field and Brain Development. *J. Chem. Neuroanat.*, 2016, vol. 75, pt. B, pp. 52–61.
53. Aldad T.S., Gan G., Gao X.B., Taylor H.S. Fetal Radiofrequency Radiation Exposure from 800–1900 MHz-Rated Cellular Telephones Affects Neurodevelopment and Behavior in Mice. *Sci. Rep.*, 2012, no. 2, pp. 312.
54. Bas O., Odacı E., Mollaoglu H., Uçok K., Kaplan S. Chronic Prenatal Exposure to the 900 Megahertz Electromagnetic Field Induces Pyramidal Cell Loss in the Hippocampus of Newborn Rats. *Toxicol. Ind. Health*, 2009, vol. 25, no. 6, pp. 377–384.
55. Ingole I.V., Ghosh S.K. Effect of Exposure to Radio Frequency Radiation Emitted by Cell Phone on the Developing Dorsal Root Ganglion of Chick Embryo: A Light Microscopic Study. *Nepal Med. Coll. J.*, 2012, vol. 14, no. 4, pp. 337–341.
56. Chen C., Ma Q., Liu C., Liu C., Deng P., Zhu G., Zhang L., He M., Lu Y., Duan W., Pei L., Li M., Yu Z., Zhou Z. Exposure to 1800 MHz Radiofrequency Radiation Impairs Neurite Outgrowth of Embryonic Neural Stem Cells. *Sci. Rep.*, 2014, no. 4. Art. no. 5103.
57. Haghani M., Shabani M., Moazzami K. Maternal Mobile Phone Exposure Adversely Affects the Electrophysiological Properties of Purkinje Neurons in Rat Offspring. *Neuroscience*, 2013, vol. 250, pp. 588–598.
58. Fragopoulou A.F., Koussoulakos S.L., Margaritis L.H. Cranial and Postcranial Skeletal Variations Induced in Mouse Embryos by Mobile Phone Radiation. *Pathophysiology*, 2010, vol. 17, no. 3, pp. 169–177.
59. Gul A., Celebi H., Uğraş S. The Effects of Microwave Emitted by Cellular Phones on Ovarian Follicles in Rats. *Arch. Gynecol. Obstet.*, 2009, vol. 280, no. 5, pp. 729–733.
60. Sehitoglu I., Tumkaya L., Kalkan Y., Bedir R., Cure M.C., Zorba O.U., Cure E., Yuce S. Biochemical and Histopathological Effects on the Rat Testis After Exposure to Electromagnetic Field During Fetal Period. *Arch. Esp. Urol.*, 2015, vol. 68, no. 6, pp. 562–568.

61. Tsybulin O., Sidorik E., Brieieva O., Buchynska L., Kyrylenko S., Henshel D., Yakymenko I. GSM 900 MHz Cellular Phone Radiation Can Either Stimulate or Depress Early Embryogenesis in Japanese Quails Depending on the Duration of Exposure. *Int. J. Radiat. Biol.*, 2013, vol. 89, no. 9, pp. 756–763.

62. Vereshchako G.G., Chueshova N.V., Gorokh G.A., Naumov A.D. Sostoyanie reproduktivnoy sistemy kryssamtssov pervogo pokoleniya, poluchennykh ot obluchennykh roditeley i podvergnutykh vozdeystviyu EMI (897 MGts) v period embriogeneza i postnatal'nogo razvitiya [State of the Reproductive System in Male Rats of 1st Generation Obtained from Irradiated Parents and Exposed to Electromagnetic Radiation (897 MHz) During Embryogenesis and Postnatal Development]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya*, 2014, vol. 54, no. 2, pp. 186–192.

63. Zarei S., Mortazavi S.M.J., Mehdizadeh A.R., Jalalipour M., Borzou S., Taeb S., Haghani M., Mortazavi S.A., Shojaei-Fard M.B., Nematollahi S., Alighanbari N., Jarideh S. A Challenging Issue in the Etiology of Speech Problems: The Effect of Maternal Exposure to Electromagnetic Fields on Speech Problems in the Offspring. *J. Biomed. Phys. Eng.*, 2015, vol. 5, no. 3, pp. 151–154.

64. Guxens M., van Eijsden M., Vermeulen R., Loomans E., Vrijkotte T.G., Komhout H., van Strien R.T., Huss A. Maternal Cell Phone and Cordless Phone Use During Pregnancy and Behaviour Problems in 5-Year-Old Children. *J. Epidemiol. Community Health*, 2013, vol. 67, no. 5, pp. 432–438.

65. Divan H.A., Kheifets L., Obel C., Olsen J. Prenatal and Postnatal Exposure to Cell Phone Use and Behavioral Problems in Children. *Epidemiology*, 2008, vol. 19, no. 4, pp. 523–529.

66. Rezk A.Y., Abdulqawi K., Mustafa R.M., Abo El-Azm T.M., Al-Inany H. Fetal and Neonatal Responses Following Maternal Exposure to Mobile Phones. *Saudi Med. J.*, 2008, vol. 29, no. 2, pp. 218–223.

67. Su X.J., Yuan W., Tan H., Liu X.Y., Li D., Li D.K., Huang G.Y., Zhang L.W., Miao M.H. Correlation Between Exposure to Magnetic Fields and Embryonic Development in the First Trimester. *PLoS One*, 2014, vol. 9, no. 6, pp. e101050.

68. Vrijheid M., Martinez D., Forns J., Guxens M., Julvez J., Ferrer M., Sunyer J. Prenatal Exposure to Cell Phone Use and Neurodevelopment at 14 Months. *Epidemiology*, 2010, vol. 21, no. 2, pp. 259–262.

69. Grigor'ev Yu.G., Grigor'ev O.A. *Sotovaya svyaz' i zdorov'e. Elektromagnitnaya obstanovka. Radiobiologicheskie i gigienicheskie problemy. Prognoz opasnosti* [Cellular Communication and Health. Electromagnetic Environment. Radiobiology and Hygiene Problems. Forecast of Danger]. Moscow, 2016. 573 p.

DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.1.41

**Nataliya I. Khorseva\*\*\*, Yuriy G. Grigor'ev\*\*\*, Pavel E. Grigor'ev\*\*\*\*/\*\*\*\*\***

\*Emanuel Institute of Biochemical Physics, Russian Academy of Sciences  
(Moscow, Russian Federation)

\*\*Space Research Institute, Russian Academy of Sciences  
(Moscow, Russian Federation)

\*\*\*Burnazyan Federal Medical and Biophysical Centre  
(Moscow, Russian Federation)

\*\*\*\*V.I. Vernadsky Crimean Federal University  
(Simferopol, Russian Federation)

\*\*\*\*\*Tyumen State University  
(Tyumen, Russian Federation)

## **INFLUENCE OF LOW-INTENSITY ELECTROMAGNETIC FIELDS ON THE ORGANISM'S ANTENATAL DEVELOPMENT Part 2. Late Effects During the Postnatal Period (Review)**

Part 1 of the review analysed works studying the influence of low-intensity electromagnetic fields of natural (cosmophysical factors) and technogenic (mobile phone radiation) origin on the antenatal development of humans and animals. The present article consists of two sections. Section 1 studies

whether postnatal development could be determined by the effect of cosmophysical factors during the intrauterine (antenatal) development; it also considers the possibility of using a retrospective analysis of cosmophysical factors affecting an organism during its intrauterine development to predict various nosological forms of diseases and abnormalities in the postnatal development in the light of the theory of heliogeophysical imprinting. Section 2 presents data on the possible late effects of chronic exposure to mobile phone radiation on an organism during its intrauterine development and provides the results of both experimental and epidemiological studies. The fundamental difference in the nature of the biotropic effect of these factors is underlined. Space weather, as an integral factor of human habitat on a global scale, undergoes cyclic and quasi-periodic changes (at the level of decades, years, months, weeks, and days), while exposure to mobile phone radiation is an uncontrollable and constantly operating factor with a pronounced accumulative effect. Our main task was to systematize the key lines of research in this area without providing a detailed analysis of the impact mechanisms of these environmental factors, since such a task requires separate consideration. The majority of the analysed works look into possible impact mechanisms, in particular those produced by electromagnetic radiation of mobile phones.

**Keywords:** *low-intensity electromagnetic fields, cosmophysical factors, solar and geomagnetic activity, heliogeophysical imprinting, mobile phone radiation, postnatal development.*

Поступила 03.07.2017

Received 3 July 2017

---

**Corresponding author:** Nataliya Khorseva, address: ul. Kosygina 4, Moscow, 119334, Russian Federation; e-mail: sheridan1957@mail.ru

**For citation:** Khorseva N.I., Grigor'ev Yu.G., Grigor'ev P.E. Influence of Low-Intensity Electromagnetic Fields on the Organism's Antenatal Development. Part 2. Late Effects During the Postnatal Period (Review). *Journal of Medical and Biological Research*, 2018, vol. 6, no. 1, pp. 41–55. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.1.41