

УДК 612.014.425

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СЕВЕРНОЙ МАГНИТОБИОЛОГИИ

Обзор литературы

© 2014 г. В. А. Карпин

Сургутский государственный университет Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, г. Сургут

Магнитобиология представляет собой новую синтетическую область знаний, грани которой сформированы самыми разными науками — от физики до биологии и медицины. Она сосредоточена на исследовании биологических реакций и механизмов действия преимущественно слабых (менее 1 мТл) магнитных полей. Ядро ее лежит в области биофизики. Существенного развития магнитобиология достигла лишь в течение последних трех десятилетий. Вместе с тем отсутствует теория и общие физические концепции магнитобиологии. Практически нет предсказательных теоретических моделей. Проблема связана с парадоксальностью биологического действия слабых низкочастотных магнитных полей, которые по энергии далеко не сопоставимы с характерной энергией биохимических превращений [5].

Опыт многолетних наблюдений говорит о том, что некоторые электромагнитные поля представляют потенциальную угрозу для здоровья людей и являются не менее существенным экологическим фактором, чем температура, давление и влажность. По мере роста осознания этого факта задача изучения механизмов биологического действия электромагнитных полей становится все более актуальной.

Часто биологические эффекты магнитного поля наблюдают по параметрам жизнедеятельности и поведению отдельных особей и популяций. Эксперименты, как правило, состоят в наблюдении связей между характеристиками внешнего магнитного поля и вызванными им биологическими эффектами [5].

Идея о том, что живые организмы являются гораздо более чувствительными объектами к действию многих факторов окружающей среды, чем физические приборы, высказывалась уже давно и неоднократно различными исследователями. В [29] описано и систематизировано большое количество случаев высокой чувствительности организмов к слабым воздействиям внешних факторов среды. Еще основоположник гелиобиологии А. Л. Чижевский отмечал в своих работах по влиянию солнечной активности на микроорганизмы, что живые системы могут являться наиболее чувствительными астрономическими приборами [38]. Результаты исследований последнего времени в области гелиобиологии делают данное положение все более обоснованным [9].

Интерес к магнитобиологии обусловлен прежде всего экологическими причинами. Ранее считалось, что слабые низкочастотные магнитные поля нетепловой интенсивности безопасны для человека, биологическое действие таких полей казалось невозможным с точки зрения физики. Со временем были накоплены опытные данные, показавшие потенциальную опасность этих полей и излучений, скрытый характер их действия. Экологическая значимость электромагнитных полей становится предметом специального изучения [5, 11, 12].

В последние десятилетия огромные достижения в области геологии, а также астрономии и космологии привлекли внимание научной общественности к изучению биотропных эффектов гелиогеофизических факторов, особенно различного рода аномалий естественных магнитных полей. Появилось новое направление в науке – магнитобиология. К настоящему времени в изучении магнитобиологических эффектов наметилось несколько стратегических направлений: значимость естественных магнитных аномалий в комплексном биотропном воздействии на организм человека различных неблагоприятных экологических факторов; взаимосвязь гелиогеомагнитной активности с климатическими элементами региона; изучение особенностей магнитобиологических эффектов на территории высоких широт, где биогенные эффекты гелиогеомагнитных аномалий наиболее выражены. Полученные результаты диктуют необходимость более глубокого изучения гелиогеофизических факторов риска здоровью населения северных урбанизированных территорий.

Ключевые слова: гелиогеомагнитная активность, биотропные эффекты, высокие широты

Фундаментом современной экологической теории несомненно является учение академика В. И. Вернадского о биосфере [8]. Главную роль в возникновении и эволюции биосферы, в жизнедеятельности всех живых организмов, населяющих нашу планету, великий российский ученый отводил солнечному излучению: «...лучи Солнца обуславливают главные черты механизма биосферы. ... Солнцем в корне переработан и изменен лик Земли, пронизана и охвачена биосфера. В значительной мере биосфера является проявлением его излучений; она составляет планетный механизм, превращающий их в новые разнообразные формы земной свободной энергии, которая в корне меняет историю и судьбу нашей планеты» [8].

Вторым мощным толчком к развитию экологии, продолжением идеи Вернадского явилось учение другого российского ученого А. Л. Чижевского о гелиобиологии — изучении влияния на органический мир Земли периодической деятельности Солнца. «Лучистая энергия Солнца является могущественным биологическим деятелем, и колебания в ее количестве обуславливают все те изменения в органической природе, которые мы наблюдаем в связи с широтой места, временами года и различными другими геофизическими и сезонными факторами» [38].

В последние десятилетия появилось довольно много исследований, авторы которых находят определенные связи между солнечной активностью и различными процессами и явлениями в биосфере, в том числе и состоянием здоровья человеческой популяции. Укрепляется уверенность в существовании солнечно-земных причинно-следственных связей, и большая роль здесь отводится гелиогеомагнитной активности [2–4, 7].

Выявлена определенная прямая связь между гелиомагнитной интенсивностью и солнечной активностью, измеряемой числами Вольфа. Примерно 27-дневный компонент, соответствующий периоду солнечного вращения, является общим для обеих переменных [45]. Солнечный ветер, магнитосфера, ионосфера образуют единую систему, обусловленную передачей энергии и импульса от солнечного ветра в магнитосферу и ионосферу. Связь между солнечным ветром и магнитосферой опосредована и управляется с помощью магнитного поля в солнечном ветре [52]. Следовательно, можно утверждать, что солнечная активность косвенно отражает гелиомагнитную активность.

Таким образом, канал негативного влияния солнечной активности на здоровье человека связан с периодическими всплывающими процессами на Солнце, приводящими к возмущениям электромагнитного поля магнитосферы, верхних и приземных слоев атмосферы. При этом особое внимание при изучении влияния естественных электромагнитных полей на живую природу уделяется геомагнитному полю как одному из важнейших экологических факторов окружающей среды.

Сильные магнитные возмущения, продолжающиеся непрерывно более 6 часов, называют магнитными бурями. Магнитная буря сопровождается быстрым изменением магнитного поля с амплитудами в средних широтах от 100 до 500 нТл и более. При этом нормальные суточные вариации магнитного поля Земли не превышают 50–70 нТл. По интенсивности выделяют 4 градации магнитных бурь: малая, умеренная, большая, очень большая (четырёхбалльная система). Частота магнитных бурь зависит от времени года и имеет тенденцию к увеличению в периоды равноденствия (весна-осень) [1, 22].

Проблема влияния метеофакторов на организм исследуется очень давно. Более 20 лет назад появились работы, в которых ставился вопрос о необходимости комплексного изучения влияния метеорологических и геомагнитных факторов на здоровье человека. Но, как правило, подобный анализ ограничивался сравнением *раздельно* степени связи с геофизическими и метеорологическими факторами, без попыток анализа *сочетанного* и *взаимного* влияния этих двух групп факторов [19].

Поиск возможной связи между солнечной активностью и погодой и климатом на Земле является одним из самых интригующих вопросов современной экологии.

К базовым метеорологическим параметрам, определяющим погоду в данной точке, принято относить температуру, атмосферное давление, влажность и силу ветра. Все эти показатели являются взаимосвязанными, причем характер связи может различаться в зависимости от сезона [19].

Обнаружено в целом влияние солнечной активности на климатическую изменчивость на Земле [43–45, 47, 49–51, 54]. Выявлена связь изменчивости геомагнитной интенсивности с колебаниями атмосферной температуры [48, 53, 55].

Проведенные [24] исследования обнаружили усиление биотропного эффекта на человеческий организм комбинированного воздействия геомагнитной активности на фоне понижения температуры атмосферного воздуха и скачков атмосферного давления.

Анализ оценки корреляции Кр-индекса с каждым из метеорологических параметров показал, что *динамику уровня геомагнитной активности можно считать независимой от других факторов, в том числе факторов погоды* [19]. По мнению автора, метеофакторы связаны между собой. В то же время геомагнитная активность может быть рассмотрена как фактор, независимый от погоды.

Наблюдения ряда исследователей свидетельствуют о синхронности аномалий метеорологических элементов и геомагнитных возмущений в различных географических регионах; выявлена высокая корреляция основных геофизических и погодных факторов; возможны одновременные колебания геомагнитного поля и атмосферных явлений [34].

В связи с промышленным освоением обширных северных территорий Российской Федерации стали

особенно интенсивно разрабатываются региональные аспекты организации и адаптации физиологических функций организма. Высокая миграционная подвижность населения, освоение регионов с суровыми погодными-климатическими условиями существенно меняют процессы взаимодействия человека с окружающей средой [13, 15].

В России к разряду северных земель относят около 64 % всей площади страны. На этой территории, занимающей более 10 млн км², проживает около 8 млн человек. К жестким климатическим условиям Севера относят суровую и продолжительную зиму, короткое холодное лето, нарушение фотопериодичности, холод, факторы электромагнитной природы. Наиболее значимыми из них являются не холод, а космические, включающие и солнечные, излучения. С резкими изменениями солнечной активности исследователи связывают периоды повышенной и пониженной интенсивности течения земных процессов. С космическими возмущениями связывают формирование метеорологических ситуаций, геомагнитные возмущения, землетрясения, извержения вулканов. В высоких широтах действие солнечной активности опосредуется прежде всего через магнитное поле, имеющее в полярных районах ряд особенностей. Магнитное поле Земли является своего рода тормозом, препятствующим проникновению в земную атмосферу солнечной плазмы и космических лучей другого происхождения. Чем меньше магнитная широта, тем больше энергии должна иметь частица, чтобы достичь поверхности Земли. Корпускулы, вызывающие геомагнитные бури и полярные сияния, вторгаются в верхние слои атмосферы максимально между 60° и 70° геомагнитных широт. В этой зоне максимальны колебания геомагнитного поля, поэтому с приближением к ней усиливаются биологические эффекты. В низких же и средних широтах магнитное поле хорошо защищает земную поверхность от солнечных заряженных частиц [32, 34].

Стресс, возникающий при контакте с экстремальными климатогеографическими факторами высоких широт, является естественной реакцией, мобилизующей защитные процессы. Вместе с тем, как показали многочисленные исследования, хронический стресс может вызывать истощение резервных возможностей организма, что в последующем может привести к каскаду дизадаптивных расстройств, а далее и к возникновению патологических состояний. Как свидетельствуют данные исследований, существуют определенные особенности развития экологически обусловленной стресс-реакции и последующих дизадаптивных расстройств на Севере. Речь идет о выявленных универсальных механизмах развития дизадаптивных реакций. Это общепатологический синдром, присущий Северу. Связь дизадаптивных процессов у человека в высоких широтах с особенностями геомагнитной среды, светового и холодного режимов позволили обозначить его как «*синдром полярного напряжения*». Этот синдром является феноменом

глобального значения. Нарушение устойчивости организма человека к стрессирующим воздействиям приводит к истощению защитных механизмов с последующим расстройством психоэмоционального статуса, дисфункцией эндокринной системы, нарушениями метаболизма (окислительный стресс), снижением иммунной защиты, ухудшением функций кардиореспираторной системы [14, 26, 32, 35, 37].

По мнению М. С. Лушнова с соавт. [22], локальные геомагнитные возмущения зависят от географической широты и имеют уменьшающиеся значения от полюсов к экватору. Отсюда степень интенсивности магнитных бурь различная в разных географических широтах: для северных широт — большие показатели амплитуд магнитного поля, для южных — меньшие.

Расогласование пульсации электромагнитного поля сердца с колебаниями внешних электромагнитных полей вместе с нарушениями биоритмологической организации организма, возникающими в связи с сезонными особенностями северной экологии, становится основой развития дизадаптивных *десинхронозов*. Десинхроноз является одним из важнейших механизмов формирования дизадаптивного синдрома полярного напряжения [35]. При значительных возмущениях геомагнитного поля возрастает риск увеличения числа обострений сердечно-сосудистых заболеваний, в частности гипертонических кризов и инфарктов миокарда, снижения иммунной защиты, появления психических расстройств, а также связанных с функциональными нарушениями со стороны ЦНС автопроисшествий, производственных травм, ошибок операторов и т. д. [34].

В. И. Хаснулин с соавт. [33], изучая экологические проблемы северных территорий, выявили четкую взаимосвязь электрической активности сердца с уровнем геомагнитной активности в высоких широтах, где возмущения геомагнитного поля достигают наибольших величин. Авторы ввели новое понятие «синдром кардиометеопатии», подразумевая под ним дизадаптивные нарушения функций сердечно-сосудистой системы, связанные с влиянием изменений метеорологических, геомагнитных, электрических, гравитационных и других геоэкологических факторов.

Показано, что сезонное обострение ишемической болезни сердца (ИБС) на Севере отмечается в октябре — ноябре и марте — апреле и связано с геомагнитными возмущениями и их крайними проявлениями — геомагнитными бурями. В дни геомагнитных возмущений в северных широтах число приступов стенокардии на 45–50 % больше, чем в обычные дни. Полученные данные свидетельствуют о более высокой метеочувствительности больных хроническими сердечно-сосудистыми заболеваниями, чем среди здоровых жителей как высоких, так и средних широт, что указывает на снижение их адаптационных механизмов. Больше всего высокая степень выраженности метеочувствительности отмечалась среди больных ИБС и гипертонической болезнью [34].

Жители Севера страдают артериальной гипертензией чаще, в более молодом возрасте, она протекает более тяжело, чем в средних широтах. Вероятность развития гипертонической болезни после 10 лет работы на Севере увеличивается в 3 раза. Подтверждается возможность выделения особого северного варианта гипертонической болезни с выраженной метеолабильностью, частыми кризами. Повышение артериального давления на Севере можно рассматривать прежде всего как извращенную адаптивную реакцию организма на воздействие экстремальных климатогеофизических факторов. Многие исследователи считают, что наибольшую роль в повышении артериального давления играют холод и специфическая гелиогеомагнитная обстановка [10, 18, 25]. На магнитовозмущенные дни приходится до 75 % всех «северных» гипертонических кризов [34]. Исследованиями авторов было установлено, что выезд больных в условия средних широт, где действие неблагоприятных геофизических факторов снимается, приводит к снижению или полной нормализации артериального давления уже с первых дней пребывания в более благоприятном климате.

Важнейшим механизмом, усугубляющим дизадаптивные процессы на Севере, является развитие *иммунодефицитных состояний*, возникающих в периоды мощных геомагнитных возмущений, характерных только для зоны высоких широт. При этом показано, что северные иммунодефициты развиваются не только у больных, но и у здоровых людей, способствуя снижению противомикробной защиты [35].

Иммунологическая реактивность северян отличается высокой степенью распространенности экологически зависимых вторичных иммунодефицитов. Имеется достаточно оснований для суждения о формировании региональных особенностей иммунного статуса с широким распространением северного варианта иммунного дисбаланса. Иммунокомпетентные клетки отражают интегральную направленность и реактивность целостного организма. Состояние иммунной системы у человека на Севере отличается низким содержанием в крови функционально активных Т-лимфоцитов, IgA на фоне относительно высоких концентраций IgG, IgE и повышенных уровней IgM и циркулирующих иммунных комплексов [16, 17, 20, 23, 31, 39–42].

К настоящему времени накоплено достаточно большое количество данных о воздействии нейроэндокринной системы на функциональные свойства иммунной системы. Катехоламины могут изменять дифференцировку и пролиферацию лимфоцитов, их реактивность на иммунизацию, влиять на продукцию лимфокинов, миграцию клеток. Особенностью эндокринного статуса человека на Севере является напряжение в системе «гипофиз-надпочечники» с тенденцией к повышению уровня кортизола, являющегося естественным иммунодепрессантом [6, 27, 28, 30, 39].

Проведенные исследования показали, что значительная часть переезжающих на Север людей реагирует на северный стресс возникновением сезонных

иммунодефицитов, проявляющихся в снижении реактивности клеток-эффекторов системы иммунной резистентности, уменьшении содержания Т-лимфоцитов, Т-хелперов и угнетении их функциональной активности, а также в изменении показателей гуморального иммунитета. Показано, что у практически здоровых пришлых жителей Севера также отмечается изменение уровня клеточного и гуморального иммунитета по сравнению со здоровыми жителями средних широт. Подтверждение определенной зависимости нарушения показателей иммунной защиты от экстремальных климатогеографических факторов Севера авторы находят в изменениях иммунных характеристик, зафиксированных в периоды магнитных бурь [21, 36].

Не менее важная роль при адаптации к экстремальным условиям Севера отводится *нейтрофилам*. Изучение функциональной активности нейтрофилов в экстремальных условиях выявляет ее глубокую перестройку в процессе адаптации. Отмечается тенденция к снижению активности нейтрофилов. Имеются существенные отличия от аналогичных показателей у практически здорового населения регионов с умеренным климатом [35].

Распространенность пульмонологической патологии на Севере очень высока. Она достигает более чем 55 % от всех заболеваний. Зависимость этих показателей от срока проживания на Севере свидетельствует об определенном вкладе экстремальных климатогеографических факторов высоких широт. Именно длительное действие климатогеофизических факторов Севера способствует хронизации заболеваний органов дыхания, особенно у пришлого населения. Хронические заболевания бронхолегочной системы на Севере характеризуются более тяжелым течением, более частыми обострениями и более короткими ремиссиями, более ранним развитием осложнений и потери трудоспособности. Полученные данные говорят о том, что заболевания респираторной системы на Севере развиваются на фоне иммунодефицитных состояний. Характерной особенностью таких иммунодефицитов являются: Т-лимфоцитопения, повышенное содержание IgA и IgM и снижение сывороточного IgG. Иммунодефицит у больных с бронхолегочной патологией на Севере развивается на фоне экологического стресса, повышенной геомагнитной активности [35].

Экология, как и любая другая наука, развивается с определенной последовательностью. Вначале интерес ученых ограничивался поисками биогенных эффектов экстремальных климатических факторов. Затем на передний план вышли проблемы техногенного прессинга, вызванные экологическим кризисом, порожденным негативными последствиями безудержной научно-технической революции. В последние десятилетия огромные достижения в области геологии, а также астрономии и космологии привлекли внимание научной общественности к изучению биотропных эффектов гелиогеофизических факторов, особенно различного рода аномалий естественных магнитных

полей. Появилось новое направление в науке — магнитобиология.

К настоящему времени в изучении магнитобиологических эффектов намечилось несколько стратегических направлений.

1. Влияние природных магнитных полей на жизнедеятельность живых организмов самого различного уровня организации на сегодняшний день можно считать доказанным. Гораздо больший интерес ученых вызывает изучение *интимных механизмов* магниторецепции, которые пока не продвинулись дальше «черного ящика».

2. Познание сущности *информационного* характера естественных электромагнитных полей космического происхождения, их возможной *организующей* роли в эволюции биосферы.

3. Роль магнитобиологических эффектов в развитии механизмов адаптации живых организмов, а также в формировании различных дизадаптивных расстройств.

4. Значимость естественных магнитных аномалий в комплексном биотропном воздействии на организм человека различных неблагоприятных экологических факторов.

5. Взаимосвязь гелиогеомагнитной активности с климатическими элементами региона.

6. Возможные биопатогенные эффекты гелиогеомагнитных аномалий как атмосферного, так и геологического происхождения.

7. Изучение особенностей магнитобиологических эффектов на территории высоких широт, где биогенные эффекты гелиогеомагнитных аномалий наиболее выражены.

На сегодняшний день представляются достаточно хорошо изученными *раздельные* эффекты различных климатических и гелиогеофизических факторов на организм человека. Назрела необходимость биогенного анализа *сочетанного* влияния и взаимодействия всего комплекса экологических факторов, которая требует новых методологических подходов.

Таким образом, актуальность изучения проблем магнитобиологии не вызывает сомнений. Еще более актуальным представляется изучение биотропных влияний магнитобиологических эффектов в высоких широтах, где защитный эффект магнитного поля Земли при повышении солнечной активности во время магнитных бурь выражен значительно меньше, чем в южных широтах, а климатогеографическая обстановка отличается особой экстремальностью. Результаты проведенных научных исследований диктуют необходимость более глубокого изучения гелиогеофизических факторов риска здоровью населения северных урбанизированных территорий.

Список литературы

1. Агаджанян Н. А., Макарова И. И. Магнитное поле Земли и организм человека // Экология человека. 2005. № 9. С. 3–9.
2. Агаджанян Н. А., Аптикаева О. И., Гамбурцев А. Г., Грачев В. А., Дмитриева Т. Б., Жалковский Е. А., Летников Ф. А., Сидоров П. И., Черешнев В. А., Юдахин Ф. Н.

Здоровье человека и биосфера: Комплексный медико-экологический мониторинг (Сообщение 1) // Экология человека. 2005. № 4. С. 3–10.

3. Агаджанян Н. А., Аптикаева О. И., Гамбурцев А. Г., Грачев В. А., Дмитриева Т. Б., Жалковский Е. А., Летников Ф. А., Сидоров П. И., Черешнев В. А., Юдахин Ф. Н. Здоровье человека и биосфера: Комплексный медико-экологический мониторинг (Сообщение 2) // Экология человека. 2005. № 5. С. 3–9.

4. Агаджанян Н. А., Аптикаева О. И., Гамбурцев А. Г., Грачев В. А., Дмитриева Т. Б., Жалковский Е. А., Летников Ф. А., Сидоров П. И., Черешнев В. А., Юдахин Ф. Н. Здоровье человека и биосфера: Комплексный медико-экологический мониторинг (Сообщение 3) // Экология человека. 2005. № 6. С. 3–10.

5. Бинги В. Н., Савин А. В. Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы // Успехи физических наук. 2003. № 3. С. 265–300.

6. Бичкаева Ф. А. Эндокринная регуляция метаболических процессов у человека на Севере. Екатеринбург : УрО РАН, 2008. 304 с.

7. Бреус Т. К., Рапопорт С. И. Возрождение гелиобиологии // Природа. 2005. № 9. С. 54–62.

8. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера. М. : Айрис-пресс, 2007. 576 с.

9. Владимирский Б. М., Темурьянц Н. А. Влияние солнечной активности на биосферу-ноосферу (Гелиобиология от Чижевского до наших дней). М. : Изд-во МНЭПУ, 2000. 374 с.

10. Гапон Л. И., Шуркевич Н. П., Ветошкин А. С. Структурно-функциональные изменения сердца и суточный профиль артериального давления у больных артериальной гипертензией на Крайнем Севере // Клиническая медицина. 2009. № 9. С. 23–29.

11. Гарецкий Р. Г., Каратаев Г. И. Основные проблемы экологической биологии // Геоэкология. 1995. № 1. С. 28–35.

12. Гаркуша О. М., Мазуренко Р. В., Махно С. Н., Горбик П. П. Влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения миллиметрового диапазона на жизнедеятельность клеток *Saccharomyces cerevisiae* // Биофизика. 2008. Т. 53, № 5. С. 817–821.

13. Гудков А. Б., Теддер Ю. Р. Характер метаболических изменений у рабочих при экспедиционно-вахтовом режиме труда в Заполярье // Физиология человека. 1999. № 3. С. 138–142.

14. Гудков А. Б., Попова О. Н., Небученных А. А. Новосёлы на Европейском Севере. Физиолого-гигиенические аспекты: монография. Архангельск : Изд-во СГМУ, 2012. 285 с.

15. Гудков А. Б. Адаптивные реакции дыхательной системы в контрастные сезоны года у лиц юношеского возраста, жителей Крайнего Севера // Вестник восстановительной медицины. 2013. № 1. С. 94–97.

16. Добродеева Л. К., Жилина Л. П. Влияние среды обитания на иммунологическую реактивность, медико-демографические показатели и заболеваемость населения Архангельской области. Архангельск, 2003. 250 с.

17. Добродеева Л. К., Жилина Л. П. Иммунологическая реактивность, состояние здоровья населения Архангельской области. Екатеринбург : УрО РАН, 2004. 230 с.

18. Запесочная И. Л., Автандилов А. Г. Особенности течения артериальной гипертензии в северных регионах страны // Клиническая медицина. 2008. № 5. С. 42–44.

19. *Зенченко Т. А.* Методика анализа временных рядов данных в комплексной оценке метеоро- и магниточувствительности организма человека // *Экология человека*. 2010. № 2. С. 3–11.
20. *Коваленко Е. Г., Буганов А. А., Мурузюк Н. Н.* Особенности иммунного статуса населения Ямальского региона // *Здравоохранение Ямала*. 1999. № 2. С. 49–53.
21. *Леханова Е. Н., Голубева Н. В., Романова Ю. В.* Адаптивные перестройки иммунного ответа пришлого населения Крайнего Севера // *Экология*. 2007. № 5. С. 47–50.
22. *Лушинов М. С., Кидалов В. Н., Хадарцев А. А., Еськов В. М.* Влияние ритмов геокосмоса на функциональное состояние организма и систему крови. СПб. ; Тула : ООО РИФ «ИНФА», 2007. 188 с.
23. *Меньшикова М. В., Щеголева Л. С., Щеголева О. Е., Айвазова М. С., Шашкова Е. Ю., Добродеева Л. К.* Адаптивные возможности иммунной регуляции у молодежи приполярного региона // *Экология человека*. 2010. № 2. С. 30–35.
24. *Ожередов В. А., Бреус Т. К., Гурфинкель Ю. И. и др.* Влияние отдельных погодных факторов и геомагнитной активности на развитие острых кардиологических патологий // *Биофизика*. 2010. Т. 55, № 1. С. 133–144.
25. *Поляков В. Я.* Особенности суточного мониторинга артериального давления у больных артериальной гипертензией в условиях Севера // *Клиническая медицина*. 2006. № 5. С. 34–37.
26. *Попова О. Н.* Характеристика адаптивных реакций внешнего дыхания у молодых лиц трудоспособного возраста, жителей Европейского Севера : автореф. дис. ... д-ра мед. наук, Москва, 2009. 34 с.
27. *Поскотинова Л. В.* Вегетативная регуляция ритма сердца и эндокринный статус молодежи в условиях Европейского Севера России. Екатеринбург : УрО РАН, 2010. 229 с.
28. *Репина В. П.* Влияние различных концентраций катехоламинов на функционирование иммунокомпетентных клеток // *Экология человека*. 2008. № 2. С. 30–33.
29. *Симаков Ю. Г.* Живые приборы. М. : Знание, 1986. 176 с.
30. *Туписова Е. В.* Реактивность и компенсаторные реакции эндокринной системы у мужского населения Европейского Севера. Екатеринбург : УрО РАН, 2009. 202 с.
31. *Хаитов Р. М., Пинегин Б. В., Истамов Х. И.* Экологическая иммунология. М. : ВНИРО, 1995. 219 с.
32. *Хаснулин В. И.* Введение в полярную медицину. Новосибирск : Изд-во РАМН, 1997. 337 с.
33. *Хаснулин В. И., Шургая А. М., Хаснулина А. В., Севостьянова Е. В.* Кардиометеопатии на Севере. Новосибирск : Изд-во РАМН, 2000. 222 с.
34. *Хаснулин В. И.* Климатогеофизические и космические факторы высоких широт и здоровье человека // *Медико-экологические основы формирования, лечения и профилактики заболеваний у коренного населения Ханты-Мансийского автономного округа*. Новосибирск : СО РАН, 2004. С. 15–23.
35. *Хаснулин В. И.* Синдром полярного напряжения // *Медико-экологические основы формирования, лечения и профилактики заболеваний у коренного населения Ханты-Мансийского автономного округа*. Новосибирск : СО РАН, 2004. С. 24–25.
36. *Хаснулин В. И., Хаснулина А. В.* Психоэмоциональные проявления северного стресса и состояние иммунитета у пришлых жителей Севера // *Экология человека*. 2011. № 12. С. 3–7.
37. *Хаснулина А. В., Хаснулин В. И.* Влияние психоэмоционального стресса на адаптационно-восстановительный потенциал человека в условиях вахтового труда на Севере // *Экология человека*. 2010. № 12. С. 18–22.
38. *Чижевский А. Л.* Космический пульс жизни: Земля в объятиях Солнца. М. : Мысль, 1995. 768 с.
39. *Щёголева Л. С., Добродеева Л. К.* Результаты исследования иммунного статуса у человека в условиях Севера // *Иммунология*. 2003. № 3. С. 177–180.
40. *Щёголева Л. С.* Резервные возможности иммунного гомеостаза у человека на Севере. Архангельск, 2007. 211 с.
41. *Щёголева Л. С.* Иммунные реакции у взрослых-северян в условиях стандартной антигенной нагрузки // *Экология человека*. 2010. № 5. С. 11–16.
42. *Щёголева Л. С.* Резервные возможности иммунного гомеостаза у человека на Севере // *Экология человека*. 2010. № 10. С. 12–22.
43. *Ammann C. M., Joos F., David S., Schimel D. S. et al.* Solar influence on climate during the past millennium: Results from transient simulations with the NCAR Climate System Model // *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A*. 2007. Vol. 104 (10). P. 3713–3718.
44. *Carslaw K. S., Harrison R. G., Kirkby J.* Cosmic rays, clouds, and climate // *Science*. 2002. Vol. 298 (5599). P. 1732–1737.
45. *Cornelissen G., Otsuka K., Halberg F.* Near-transyear in solar magnetism // *Biomed. Pharmacother*. 2005. Vol. 59 (Suppl. 1). P. 5–9.
46. *Foukal P., North G., Wigley T.* A stellar view on solar variations and climate // *Science*. 2004. Vol. 306 (5693). P. 68–69.
47. *Friis-Christensen E., Lassen K.* Length of the solar cycle: an indicator of solar activity closely associated with climate // *Science*. 1991. Vol. 254 (5032). P. 698–700.
48. *Crowley T. G.* Causes of climate change over the past 1000 years // *Science*. 2000. Vol. 289 (5477). P. 270–277.
49. *Haigh J. D.* The impact of solar variability on climate // *Science*. 1996. Vol. 272 (5264). P. 981–984.
50. *Haigh J. D.* Climate variability and the influence of the sun // *Science*. 2001. Vol. 294 (5549). P. 2109–2111.
51. *Lean J., Rind D.* Earth's response to a variable sun // *Science*. 2001. Vol. 292 (5515). P. 234–236.
52. *Lyon J. G.* The solar wind-magnetosphere-ionosphere system // *Science*. 2000. Vol. 288 (5473). P. 1987–1991.
53. *Pelletier J. D.* Natural variability of atmospheric temperatures and geomagnetic intensity over a wide range of time scales // *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A*. 2002. Vol. 99 (Suppl. 1). P. 2546–2553.
54. *Rind D.* The sun's role in climate variations // *Science*. 2002. Vol. 296 (5568). P. 673–677.
55. *Shindell D. T., Schmidt G. A., Mann M. E.* Solar forcing of regional climate change during the Maunder minimum // *Science*. 2001. Vol. 294 (5549). P. 2149–2152.

References

- Agadzhanyan N. A., Makarova I. I. Earth magnetic field and human organism. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2005, 9, pp. 3-9. [in Russian]
- Agadzhanyan N. A., Aptikayeva O. I., Gamburtsev A. G., Gamburtsev A. G., Grachev V. A., Dmitrieva T. B., Zhalkovsky E. A., Letnikov F. A., Sidorov P. I., Chereshnev V. A., Yudakhin F. N. Human and biospheric health: complex medical-ecological monitoring. Report 1. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2005, 4, pp. 3-10. [in Russian]

3. Agadzhanyan N. A., Aptikayeva O. I., Gamburtsev A. G., Gamburtsev A. G., Grachev V. A., Dmitrieva T. B., Zhalkovsky E. A., Letnikov F. A., Sidorov P. I., Chereshev V. A., Yudakhin F. N. Human and biospheric health: complex medical-ecological monitoring. Report 2. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2005, 5, pp. 3-9. [in Russian]
4. Agadzhanyan N. A., Aptikayeva O. I., Gamburtsev A. G., Gamburtsev A. G., Grachev V. A., Dmitrieva T. B., Zhalkovsky E. A., Letnikov F. A., Sidorov P. I., Chereshev V. A., Yudakhin F. N. Human and biospheric health: complex medical-ecological monitoring. Report 3. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2005, 6, pp. 3-10. [in Russian]
5. Bingi V. N., Savin A. V. Physical problems of effect of weak magnetic fields on biological systems. *Yspehi fizicheskikh nauk* [Achievements of physical sciences]. 2003, 3, pp. 265-300. [in Russian]
6. Bichkayeva F. A. *Endokrinnaya regulyaziya metabolicheskikh processov y cheloveka na Severe* [Endocrine regulation of human metabolic processes in the North]. Yekaterinburg, Ural Branch of RAS Publ., 2008, 304 p.
7. Breus T. K., Rapoport S. I. Heliobiology Revival. *Priroda* [Nature]. 2005, 9, pp. 54-62. [in Russian]
8. Vernadsky V. I. *Biosfera i noosfera* [Biosphere and Noosphere]. Moscow, Airis-press, 2007, 576 p.
9. Vladimirovskiy B. M., Temuryants N. A. *Vliyaniye solnechnoy aktivnosti na biosferu-noosferu (Geliobiologiya ot Chizhevskogo do nashikh dnei)* [Influence of solar activity on biosphere - noosphere (Heliobiology from Chizhevsky up to now)]. Moscow, 2000, 374 p.
10. Gapon L. I., Shurkevich N. P., Vetoshkin A. S. Heart structural-functional changes and daily profile of arterial pressure in patients with arterial hypertension in the Far North. *Klinicheskaya meditsina* [Clinical Medicine]. 2009, 9, pp. 23-29. [in Russian]
11. Garetsky R. G., Karatayev G. I. Main Problems of Ecological Biology. *Geoekologiya* [Geoecology]. 1995, 1, pp. 28-35. [in Russian]
12. Garkusha O. M., Mazurenko R. V., Makhno S. N., Gorbik P. P. Effect of low-intensity electromagnetic radiation with millimeter range on vital activity of *Saccharomyces cerevisiae* cells. *Biofizika* [Biophysics]. 2008, 53 (5), pp. 817-821. [in Russian]
13. Gudkov A. B., Tedder Ju. R. Nature of metabolic changes in workers under labor expedition-shift regime in the Arctic. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 1999, 3, pp. 138-142. [in Russian]
14. Gudkov A. B., Popova O. N., Nebuchennyh A. A. *Novosjoly na Evropejskom Severe. Fiziologo-gigienicheskie aspekty* [Settlers in the European North. Physiological-hygienic Aspects]. Arkhangelsk, NSMU Publ., 2012, 285 p.
15. Gudkov A. B. Respiratory system adaptive responses in contrasting seasons in young persons - residents of the Far North. *Vestnik vosstanovitel'noj mediciny* [Bulletin of Rehabilitation Medicine]. 2013, 1, pp. 94-97. [in Russian].
16. Dobrodeyeva L. K., Zhilina L. P. *Vliyaniye sredy obitaniya na immynologicheskuyu reaktivnost', medico-demograficheskie pokazateli I zabolevaemost' naseleniya Arkhangel'skoi oblasti* [Influence of habitat on immunological reactivity, medical-demographic indices and population morbidity in Arkhangelsk region]. Arkhangelsk, 2003, 250 p.
17. Dobrodeyeva L. K., Zhilina L. P. *Imynologicheskaya reaktivnost', sostoyaniye zdorov'ya naseleniya Arkhangel'skoi oblasti* [Immunological reactivity, health status of Arkhangelsk region population]. Yekaterinburg, Ural Branch of RAS Publ., 2004, 230 p.
18. Zapesochnaya I. L., Avtandilov A. G. Features of hypertension course in the northern regions of the country. *Klinicheskaya meditsina* [Clinical Medicine]. 2008, no. 5, pp. 42-44. [in Russian]
19. Zenchenko T. A. Methods of analysis of data time series in comprehensive evaluation of human meteo- and magneto-sensitivity. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2010, 2, pp. 3-11. [in Russian]
20. Kovalenko E. G., Buganov A. A., Muruzuyuk N. N. Features of immune status of Yamal region population. *Zdravookhraneniye Yamala* [Health Yamal]. 1999, 2, pp. 49-53. [in Russian]
21. Lekhanova E. N., Golubeva N. V., Romanov Yu. V. Adaptive adjustment of immune response of the Far North endemic population. *Ekologiya* [Ecology]. 2007, 5, pp. 47-50. [in Russian]
22. Lushnov M. S., Kidalov V. N., Khadartsev A. A., Eskov V. M. *Vliyaniye ritmov geokosmosa na funktsional'noe sostoyaniye organizma i sistemy krovi* [Geospace rhythms influence on body and blood system functional state]. Saint Petersburg, Tula, 2007, 188 p.
23. Menshikova M. V., Schegoleva L. S., Schegoleva O. E., Ayzazova M. S., Shashkova E. Yu., Dobrodeeva L. K. Adaptive reactions of immune regulation in young persons in Polar region. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2010, 2, pp. 30-35. [in Russian]
24. Ozheredov V. A., Breus T. K., Gurfinkel Yu. I. etc. Effect of individual weather factors and geomagnetic activity on development of acute cardiac pathologies. *Biofizika* [Biophysics]. 2010, 55 (1), pp. 133-144. [in Russian]
25. Polyakov V. Ya. Features of daily monitoring of blood pressure in hypertensive patients in conditions of the North. *Klinicheskaya meditsina* [Clinical Medicine]. 2006, 5, pp. 34-37. [in Russian]
26. Popova O. N. *Harakteristika adaptivnykh reaktsiy vneshnego dyhaniya u molodykh lic trudosposobnogo vozrasta, zhitelej Evropejskogo Severa. Avtoref. dokt. diss.* [Characteristics of adaptive reactions of external respiration in young people of working age – residents of the European North. Author's Abstract of Doct. Thesis]. Moscow, 2009, 34 p.
27. Poskotinova L.V. *Vegetativnaya regulyaziya ritma serdca i endokrinniye statys molodezhy v usloviyakh Evropejskogo Severa Rossii* [Vegetative regulation of heart rate and endocrine status of young people in conditions of the European North of Russia.]. Yekaterinburg, Ural Branch of RAS Publ., 2010, 229 p.
28. Repina V. P. Influence of different concentration of catecholamines on the functions of immunocompetent cells. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2008, 2, pp. 30-33. [in Russian]
29. Simakov Yu. G. *Zhivye pribory* [Live instruments]. Moscow, Znaniye, 1986, 176 p.
30. Tipisova E. V. *Reaktivnost' i kompensatornye reaktsii endokrinnoy sistemy y myzhskogo naseleniya Evropejskogo Severa* [Reactivity and endocrine system compensatory reactions in male population of the European North]. Ekaterinburg, Ural Branch of RAS Publ., 2009, 202 p.
31. Khaitov R. M., Pinegin B. V., Istamov H. I. *Ekologicheskaya immynologiya* [Ecological Immunology]. Moscow, 1995, 219 p.
32. Hasnulin V. I. *Vvedeniye v polyarnyyu meditsiny* [Introduction to Polar Medicine]. Novosibirsk, RAMS Publ., 1997, 337 p.
33. Hasnulin V. I., Shurgaya A. M., Hasnulina A. V., Sevostyanova E. V. *Kardiometopatii na Severe*

[Cardiometeopathies in the North]. Novosibirsk, Ural Branch of RAS Publ., 2000, 222 p.

34. Hasnulin V. I. Klimatogeofizicheskie i kosmicheskie faktory vysokikh shirot i zdorov'e cheloveka [Climatic-geophysical and cosmic factors of high latitudes and human health]. *Mediko-ekologicheskie osnovy formirovaniya, lecheniya i profilaktiki zabolevanii y korennoho naseleniya Khanty-Mansiiskogo avtonomnogo okruga* [Medical and environmental bases of formation, treatment and prevention of diseases in indigenous population of Khanty-Mansi Autonomous Okrug]. Novosibirsk, SB RAMS Publ., 2004, pp. 15-23.

35. Hasnulin V. I. Sindrom polyarnogo napryazheniya [Polar Tension Syndrome]. *Mediko-ekologicheskie osnovy formirovaniya, lecheniya i profilaktiki zabolevanii y korennoho naseleniya Khanty-Mansiiskogo avtonomnogo okruga* [Medical and environmental bases of formation, treatment and prevention of diseases in indigenous population of Khanty-Mansi Autonomous Okrug]. Novosibirsk, SB RAMS Publ., 2004, pp. 24-25.

36. Hasnulin V. I., Hasnulina A. V. Northern Stress Emotional Manifestations and Immune Status in Alien Inhabitants of the North. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2011, 12, pp. 3-7. [in Russian]

37. Hasnulina A. V., Hasnulin V. I. Effect of psychoemotional stress on human adaptive-regenerative potential under shift work conditions in the North. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2010, 12, pp. 18-22. [in Russian]

38. Chizhevskii A. L. *Kosmicheskii pyl's zhizni: Zemlya v ob'yatiyakh Solnza* [Cosmic Pulse of Life: the Earth in the arms of the Sun]. Moscow, 1995, 768 p.

39. Schegoleva L. S., Dobrodeeva L. K. Results of human immune status study in the North. *Immunologiya* [Immunology]. 2003, 3, pp. 177-180. [in Russian]

40. Schegoleva L. S. *Rezervnyye vozmozhnosti immynogo gomeostaza y cheloveka na Severe* [Reserve capacities of human immune homeostasis in the North]. Arkhangelsk, 2007, 211 p.

41. Schegoleva L. S. Immune reactions in northern adults to standard antigenic loading assumption. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2010, 5, pp. 11-16. [in Russian]

42. Schegoleva L. S. Spare capacity of human immune homeostasis in the North. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2010, 10, pp. 12-22. [in Russian]

43. Ammann C. M., Joos F., David S. Schimel D. S. et al. Solar influence on climate during the past millennium: Results from transient simulations with the NCAR Climate System Model. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A.* 2007, 104 (10), pp. 3713-3718.

44. Carslaw K. S., Harrison R. G., Kirkby J. Cosmic rays, clouds, and climate. *Science.* 2002, 298 (5599), pp. 1732-1737.

45. Cornelissen G., Otsuka K., Halberg F. Near-transyear in solar magnetism. *Biomed. Pharmacother.* 2005, 59 (Suppl. 1), pp. 5-9.

46. Foukal P., North G., Wigley T. A stellar view on solar variations and climate. *Science.* 2004, 306 (5693), pp. 68-69.

47. Friis-Christensen E., Lassen K. Length of the solar

cycle: an indicator of solar activity closely associated with climate. *Science.* 1991, 254 (5032), pp. 698-700.

48. Crowley T. G. Causes of climate change over the past 1000 years. *Science.* 2000, 289 (5477), pp. 270-277.

49. Haigh J. D. The impact of solar variability on climate. *Science.* 1996, 272 (5264), pp. 981-984.

50. Haigh J. D. Climate variability and the influence of the sun. *Science.* 2001, 294 (5549), pp. 2109-2111.

51. Lean J., Rind D. Earth's response to a variable sun. *Science.* 2001, 292 (5515), pp. 234-236.

52. Lyon J. G. The solar wind-magnetosphere-ionosphere system. *Science.* 2000, 288 (5473), pp. 1987-1991.

53. Pelletier J. D. Natural variability of atmospheric temperatures and geomagnetic intensity over a wide range of time scales. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A.* 2002, 99 (Suppl. 1), pp. 2546-2553.

54. Rind D. The sun's role in climate variations. *Science.* 2002, 296 (5568), pp. 673-677.

55. Shindell D. T., Schmidt G. A., Mann M. E. Solar forcing of regional climate change during the Maunder minimum. *Science.* 2001, 294 (5549), pp. 2149-2152.

URGENT PROBLEMS OF NORTHERN MAGNETOBIOLGY

Literature review

V. A. Karpin

Surgut State University Khanty-Mansiysk Autonomous Area, Surgut, Russia

In recent decades, great achievements in the field of geology, astronomy and cosmology attracted attention of the scientific community to study of biotropic effects of heliogeophysical factors, especially to different anomalies of natural magnetic fields. A new branch in science - magnetic biology has appeared. Several strategic directions in study of magnetic biological effects have been outlined so far: importance of natural magnetic anomalies in complex biotropic impact of various adverse ecological factors on human body; interrelation of heliogeomagnetic activity with climatic elements of regions; study of features of magnetic biological effects in the territory of the northern latitudes where biogenic effects of heliogeomagnetic anomalies are most vivid. The obtained results necessitate the need of a wider research of heliogeophysical factors' risk for population health in the northern urban territories.

Keywords: geliogeomagnetic activity, biotropic effects, northern latitudes

Контактная информация:

Карпин Владимир Александрович – доктор медицинских наук, доктор философских наук, профессор, зав. кафедрой факультетской терапии ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет Ханты-Мансийского автономного округа – Югры»

Адрес: 628412, Тюменская область, г. Сургут, пр. Ленина, д. 1

E-mail: kafter57@mail.ru