

УДК 327:57.01

КИРСТА ЮРИЙ БОГДАНОВИЧ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ АРМИИ И НАСЕЛЕНИЯ ПРИ РАДИОАКТИВНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ТЕРРИТОРИИ

АННОТАЦИЯ

В рамках информационно-иерархического подхода рассмотрена стабилизация жизнедеятельности человека при неблагоприятном воздействии среды, включая радиоактивное излучение. Охарактеризованы формируемые клеточным метаболизмом иерархические биологические часы человека. Из-за нарушения хода этих часов под влиянием мутагенных и других факторов ухудшается жизнедеятельность организма, а отдельные клетки превращаются в раковые. К раку также приводит лечение стволовыми клетками, которые не синхронизированы с биологическими часами организма-реципиента. Предложен метод профилактики рака и лечения непосредственно раковых клеток путем длительного воздействия слабым магнитным полем сверхнизкой частоты. Лечебный эффект достигается за счет специальной амплитудной модуляции поля, обеспечивающей его информационно-иерархический резонанс с биологическими часами организма и восстанавливающей нормальное функционирование клеточного метаболизма. Метод позволяет сохранить нормальные жизненные функции у личного состава армии и/или населения в опасной для жизни среде и избежать критических последствий для их здоровья.

Ключевые слова: информационно-иерархический подход; иерархические биологические часы; рак; профилактика; лечение; магнитное поле.

KIRSTA YU. B.

ENSURE VIABILITY OF ARMY AND POPULATION UNDER RADIOACTIVE CONTAMINATION OF TERRITORY

ABSTRACT

Basing on the information-hierarchical approach, we consider the stabilization of human vital functions under unfavorable influence of environment, including radioactive radiation. The human hierarchical biological clock formed by cell metabolism is characterized. The disruption of this clock by mutagenic and other factors impairs the organism vital activity and transforms some cells into cancer cells. Cancer also occurs due to the treatment with stem cells that are not synchronized with the biological clock of recipient organism. We propose the method of cancer prevention and treatment of cancer cells per se with the help of prolonged exposure to weak ultra-low-frequency magnetic field. The therapeutic effect is achieved via special amplitude modulation of the field to provide its information-hierarchical resonance with the biological clock of organism and restore the normal functioning of cell metabolism. The method makes possible to maintain normal vital functions of army personnel and/or population in life-threatening environment and avoid crucial consequences for their health.

Keywords: information-hierarchical approach; hierarchical biological clock; cancer; prevention; treatment; magnetic field.

1. Введение

Представленное исследование посвящено поиску простых эффективных способов поддержания работоспособности человеческого организма и здоровья людей в экстремальных условиях среды. В частности, одним из опасных долговременно

действующих факторов является радиация, приводящая к генетическим мутациям и росту онкологических заболеваний. Радиационный фон Земли непрерывно растет за счет испытаний атомного оружия, авариях на АЭС, сжигания населением и ТЭС угля, содержащего различные радионуклиды.

Возможные военные конфликты между ядерными странами (США и Северной Кореей, США/НАТО и Россией, Индией и Пакистаном) увеличивают риски радиоактивного загрязнения обширных густонаселенных территорий. В частности, на территории США зону обширного радиоактивного заражения может создать обсуждаемая в масс-медиа ядерная торпеда «Статус-6». К аналогичному результату может привести применение на европейском театре военных действий «грязного» тактического ядерного оружия, специально созданного для таких целей какими-либо странами или террористами.

В медицине для нормализации различных физиологических процессов и жизнедеятельности человека широко используются электромагнитные поля. К настоящему времени собран значительный экспериментальный материал по применению последних и в лечении рака [1–9]. Слабые электромагнитные поля определенной частоты могут подавлять рост раковых клеток у людей и животных [7, 10]. Такое лечебное воздействие подтверждено экспериментально и требует лишь подбора частоты поля. В целом, человеческие клетки вообще не могут существовать без создаваемого Землей слабого магнитного поля и при его отсутствии погибают [11].

Важнейшей особенностью магнитных полей как терапевтического средства является способность эффективно проникать в организм человека, равно как и внутриклеточную среду, в отличие, например, от электрических полей или лекарств. Это позволяет использовать их для эффективной регуляции внутриклеточных метаболических процессов. Нормализация работы метаболизма обеспечивает, свою очередь, поддержание жизнедеятельности и сохранения здоровья человека в экстремальных условиях среды.

2. Иерархические биологические часы человека

Биологические часы человека создаются его иерархически организованной метаболической системой, выработанной в процессе эволюции. В рамках системного информационно-иерархического подхода нами проанализированы структурно-функциональная организация (СФО) метаболизма, динамика его химических реакций

и информационные связи между ними [12, 13]. Согласно установленному информационно-физическому закону эволюционного построения природных систем возрастающие по рангу иерархические уровни (ИУ) СФО метаболизма циклически функционируют как автономные подсистемы. В процессе своей работы они формируют определенные информационные материально-энергетические продукты (молекулы), которые используются на других ИУ. Циклы каждого ИУ вкладываются строго определенным образом в циклы следующего более высокого по рангу ИУ и тем самым формируют иерархические биологические часы. На рисунке 1 приведены последовательные ИУ организации часов, начиная от ИУ клеточного метаболизма с циклами функционирования 1, 6 и 42 секунды, далее 1 и 11 суток, 1 год до ИУ средней продолжительности жизни населения, рассчитываемой с учетом абортных и равной 33 годам [12]. Ход этих часов подобен традиционному отсчету времени с вкладывающимися шкалами 1 с, 1 мин., 1 час, 1 сутки и т.д.

Формируемые метаболизмом иерархические биологические часы (рис. 1) обеспечивают строгую регуляцию обмена веществ и энергии в организме. Все химические реакции клеток, включая работу генов, синтез белков, жиров и углеводов, редупликацию ДНК, процесс деления клеток и др. осуществляются в их ритмике [12, 15–17]. Часы и информационно-физический закон, характеризующий достижение максимального значения биологической информации на каждом ИУ метаболизма, обеспечивают стабильность совокупной работы всех ИУ. При этом часами и законом решается давняя математическая проблема по объяснению устойчивости работы сложных систем ферментативных биохимических реакций. Известно, что отвечающие последним системы математических уравнений с множеством положительных и отрицательных обратных связей между переменными (активирование и ингибирование ферментативных реакций) имеют крайне неустойчивый фазовый портрет (решение), который радикально меняется уже при небольших/естественных вариациях параметров уравнений и значений внешних факторов. Введение дополнительных критериев устойчивости, например, по Ляпунову или самоорганизации по Пригожину, эту проблему не решает. Принци-

пильная неустойчивость фазового портрета, очевидно, исключает возможность существования биологических часов на основе обратных химических связей.

Клеткам и организму необходимо обеспечить не только строгую координацию множества метаболических реакций, но и свое оптимальное функционирование в меняющихся условиях среды. Это достигается через одинаковую ритмику иерархических биологических часов и среды. Ход часов должен не только совпадать с основной ритмикой среды (сутки, год), но и подстраиваться под нее при необходимости. Эту функцию выполняют различные «подстроечные» биохимические системы, как например, механизм циркадианной синхронизации у мушки *Drosophila* [18] или известная реакция растений на длину светового дня [12].

Отметим присуждение американским ученым J. C. Hall, M. Rosbash и M. W. Young нобелевской премии 2017 года по медицине за открытие молекулярных механизмов, контролирующих циркадианный (суточный) ритм [18], которому отвечает метаболическая система ИУ-4 (рис. 1). На примере фруктовой мушки *Drosophila* они исследовали работу нескольких генов, с помощью которых циркадианный цикл биологических часов синхронизируется со сменой дня и ночи. Изученная ими синхронизация основана на отрицательной обратной связи, регулирующей экспрессию гена «period» в зависимости от наличия или отсутствия дневного света. Кодированный геном и одновременно ингиби-

рующий его экспрессию белок PER накапливается клетками ночью и разрушается днем, в результате чего колебания концентрации белка синхронны суточному ритму. Аналогичные гены обнаружены и у млекопитающих, включая человека.

Охарактеризованная экспрессия генов подстраивает ход биологических часов под суточный ритм за счет обратных связей. Такая подстроечная генетическая транскрипционно-трансляционная система мушки *Drosophila* подобна другим подстроечным биохимическим системам клеток на обратных связях. Очевидно, что одна такая система с подстраиваемыми неустойчивыми осцилляциями не может обеспечить строгую координацию сотен разнообразных метаболических реакций, имеющих разное время протекания. Она не сохраняет устойчивый суточный ритм в отсутствии внешней смены дня и ночи, в том числе у человека. В частности, эксперименты М. Siffre с длительным проживанием людей в пещерах при отсутствии внешнего суточного ритма, привели к значительным изменениям их собственного циркадианного цикла [19].

В отличие от иерархических биологических часов изученная система *Drosophila* не объясняет также топологию иерархической СФО метаболизма со сложными цепями определенной длины и замкнутыми циклами ферментативных химических реакций (рис. 1). В то же время лежащий в основе СФО метаболизма и иерархических биологических часов информационно-физический закон

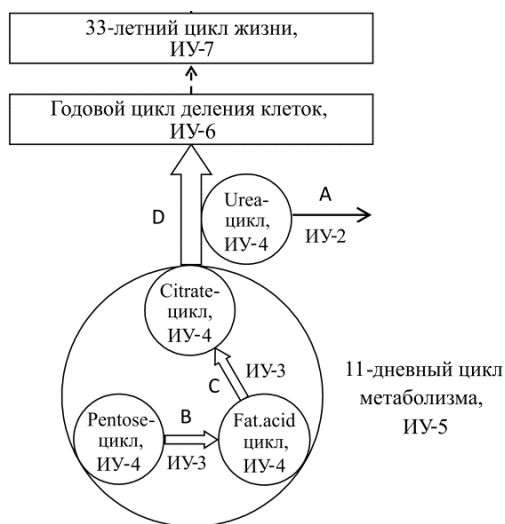


Рисунок 1 – Схема иерархической организации биологических часов человека [12].

А – система ИУ-2 с циклом функционирования 6 с: состоит из шести 1-секундных циклов ИУ-1 (характеризующего работу отдельных мультиферментов) и осуществляет перенос электронов при окислительном фосфорилировании [14]; В, С – системы ИУ-3 с длительностью цикла 42 с: отвечают соответственно гликолизу (начиная от глицеральдегида-3-фосфата) и β-окислению жирных кислот; D – разделительная система ИУ-3 той же длительности: представляет собой сеть метаболических систем ИУ-3 и обеспечивает синтез аминокислот, рибонуклеотидов и дезоксирибонуклеотидов, необходимых для работы системы ИУ-6 с синтезом белков, РНК и ДНК; малые окружности вокруг названий биохимических циклов отвечают метаболическим системам ИУ-4 с длительностью цикла 1 сутки; большая окружность вокруг трех малых обозначает метаболическую систему ИУ-5 с длительностью цикла 11 суток, состоящую из трех указанных систем ИУ-4; прямоугольником обозначены системы возрастающих по рангу ИУ с длительностью циклов 1 и 33 года.

подтвержден многочисленными примерами природных систем: генетических, биохимических, биологических, физических и других [12, 15–17]. Это отличает его от единственного исследованного случая циркадианной системы у *Drosophila*, ассоциированной с биологическими часами. Традиционное понятие циркадианных биологических часов, очевидно, следует расширить на всю иерархию строго вложенных друг в друга ритмик метаболизма от 1 секунды до 33 лет, а под механизмом часов понимать жесткую иерархическую топологию СФО клеточного метаболизма. Непосредственную связь тех же циркадианных ритмов с метаболизмом подтверждают и экспериментальные исследования [20].

Следует отметить, что в нашем организме также присутствуют относительно автономные химические и физиологические системы с биоритмами, значительно отличающимися от иерархических биологических часов, например, женский физиологический цикл продолжительностью около 28 дней. Вследствие значительного отличия их воздействие на циклическое функционирование метаболических ИУ нерегулярно (отсутствует резонанс), и они не влияют на ход часов, стабилизируемый самим вложением циклов ИУ друг в друга.

3. Внешняя стабилизация хода иерархических биологических часов и работы метаболизма

Выше мы охарактеризовали механизм иерархических биологических часов человека, представляющий собой подчиненные друг другу химические системы – метаболические ИУ последовательно возрастающих рангов (рис. 1). Ход этих часов согласовывается соответствующими подстроечными обратными химическими связями с суточными и годовыми ритмами внешних факторов. Такая подстройка клеточного метаболизма является необходимым свойством всех биологических систем, обеспечивающим их конкурентное выживание в процессе эволюции. Подстроечные обратные химические связи должны присутствовать у каждого метаболического ИУ, появившегося как биохимическая система определенного ранга в процессе эволюции СФО клеток и организма в целом [12, 15–17].

Одним из важных ритмов жизнедеятельности человека является 7-дневный «социальный» цикл (неделя), искусственно введенный еще в древнем

Вавилоне. Его продолжительность отличается от естественного 11-дневного цикла метаболического ИУ-5 и вносит постоянную дисфункцию в работу клеточного метаболизма. Замена его на 11-дневный цикл, очевидно, сэкономит затраты организма на постоянное поддержание 11-дневного ритма метаболизма с улучшением здоровья и всей жизнедеятельности. Например, для личного состава армии это может быть 10 дней службы и 1 день увольнительной. Относительное уменьшение заболеваемости личного состава во время боевых действий, которые сопровождаются постоянными стрессами и физическими перегрузками, также объясняется фактическим исключением 7-дневного цикла в период боев. Замена 7-дневной недели на 11-дневную аналогичным образом обеспечит поддержание здоровья и увеличения продолжительности жизни населения в неблагоприятных условиях среды.

К совершенно иной ситуации приводит изменение биоритма какого-либо ИУ метаболизма в результате нарушения его функционирования под воздействием мутаций, которые могут быть вызваны внутренними или внешними факторами, в частности радиацией. Мутации генов изменяют работу кодируемых ими ферментов, а значит и протекание ферментативных химических реакций отдельных ИУ с сопутствующим изменением длительности их циклов. Это, в свою очередь, нарушает строгую вложенность циклов ИУ друг в друга, требуемую информационно-физическим законом [12, 15]. Если изменение значительно и не может компенсироваться соответствующими подстроечными биохимическими системами, то начинается разрушение биологических часов и иерархической СФО клеточного метаболизма. Нарушенный ИУ выходит из-под контроля ИУ более высоких рангов, и количество циклов его функционирования уже не ограничивается, что приводит к беспереывному делению клеток и раку. Например, мутации генов, вызванные ошибками копирования ДНК при делении клеток, отвечают за две трети случаев онкологических заболеваний [21]. Значительную долю смертей от рака дают доброкачественные опухоли, превращающиеся в раковые по аналогичной причине нарастающего рассогласования циклов метаболических ИУ. Очевидно, дополнительное воздействие на метаболизм искусственного 7-днев-

ного социального цикла лишь ускоряет летальный результат. Поэтому первым шагом в профилактике и лечении раковых заболеваний должен быть переход от 7-дневной к 11-дневной неделе жизнедеятельности.

Вторым шагом для восстановления и поддержания функционирования иерархической СФО метаболизма должно стать внешнее задание иерархической ритмики биологических часов. В первую очередь это касается метаболических ИУ с циклами 1, 6, 42 секунды и 11 дней (рис. 1), поскольку суточный и годовой периоды задаются самой средой обитания. Этой цели позволяет достичь переменное амплитудно-модулированное магнитное поле, действие которого на иерархически организованную СФО метаболизма будет опосредовано через различные подстроечные системы (см. выше).

В соответствии с информационно-физическим законом внутри циклов функционирования каждого ИУ должны существовать строго определенные периоды синтеза соответствующих молекул-энергоносителей, имеющие разную длительность и формирующие временные информационные продукты ИУ [12, 15]. Эти периоды должны отражаться в амплитудной модуляции магнитного поля наряду с циклами. Таким образом, мы имеем достаточно сложную картину создаваемого сверх-низкочастотного магнитного поля, обеспечивающего информационно-резонансное воздействие одновременно на все ИУ клеточного метаболизма. Отметим, что традиционная синусоидальная форма электромагнитных полей для такого воздействия будет неэффективна из-за отсутствия в ней вышеуказанных периодов биохимического синтеза разной длительности и переноса такими полями нулевой информации [12, 22]. Внешнее поле, модулированное по естественным циклам функционирования метаболических ИУ, через резонанс восстанавливает их эволюционно выработанное вложение друг в друга. Такая магнитная информационно-резонансная хроноterapia направлена на профилактику и лечение самих раковых клеток в отличие от традиционных методов, обеспечивающих их уничтожение путем химиотерапии, радиотерапии или другими способами. Хроноterapia может повысить эффективность этих методов, например, при запущенном раке.

Для стабилизации работы метаболизма и хода

биологических часов путем информационно-резонансной хронотерапии достаточны слабые магнитные поля. К настоящему времени накоплено много данных о воздействии магнитных полей низкой частоты на метаболизм, ткани и организм человека (см., например, библиографию официального сайта Всемирной Организации Здравоохранения). Небольшая часть исследований посвящена полям с частотами ниже 1 Гц [6, 23, 24]. При этом обнаружен значительный эффект у электромагнитных полей слабой интенсивности [7, 10, 25–28].

Использование информационно-резонансной хронотерапии возможно не только для профилактики или лечения раковых заболеваний, но и поддержания нормальной жизнедеятельности в экстремальных условиях среды. Она актуальна, в частности, для космонавтов, подвергающихся длительному воздействию жесткой солнечной и космической радиации, разрушительной для ДНК. Необходимое магнитное поле может генерироваться небольшими постоянно носимыми с собой приборами или соответствующей сверх-низкочастотной модуляцией излучения сотовых телефонов.

Особая проблема с сохранением нормальной работы метаболизма и иерархических биологических часов человека возникает при использовании в медицинских целях стволовых клеток. Например, это лечение стволовыми клетками в военных госпиталях, дающее очень быстрое заживление ран и актуальное при массовом поступлении раненых. Это косметическое омоложение с их помощью лица и тела, популярное среди мировых и отечественных знаменитостей. Проблема связана со значительной разницей времени двух биологических часов, соответственно у организма и донорных стволовых клеток. Разница обусловлена тем, начало и окончание циклов у метаболических ИУ в стволовых клетках сдвинуты по отношению аналогичных ИУ реципиента. Подобная десинхронизация хорошо известна при авиаперелетах, когда суточный/циркадианный цикл организма должен подстраиваться под другое время смены дня и ночи. Стволовые клетки сохраняют отсчитываемый от момента зачатия ход иерархических биологических часов донора (человеческого эмбриона, из которого они были экстрагированы). Появляющаяся при лечении стволовыми клетками десинхронизация метаболических ИУ неизбежно приводит к дезор-

ганизации их внутриклеточных процессов, включая копирование (репликацию и репарацию) ДНК. Следовательно, у внесенных стволовых клеток быстро накапливаются мутации ДНК с превращением их в раковые [21]. По этой причине после первых и успешных опытов лечения ран стволовыми клетками от такого метода пришлось отказаться. Решение данной проблемы может опять обеспечить информационно-резонансная хромотерапия.

Отметим, что подобная проблема реже возникает при пересадке отдельных человеческих органов. Синхронизация двух биологических часов, соответственно у пациента и трансплантата, нужна фактически для ИУ с циклом 1 год. Она обеспечивается теми же подстроечными биохимическими системами, что и при трансконтинентальной смене места проживания. Более низкие по рангу ИУ обоих часов продолжают функционировать прежним образом в силу достаточной «автономности» работы тканей пересаженного органа. Естественно, это не исключает отторжения последних иммунной системой пациента.

4. Заключение

Нами охарактеризована строго организованная иерархическая структура клеточного метаболизма человека. Циклы функционирования каждого ИУ метаболизма вложены определенное число раз в больший цикл следующего ИУ подобно традиционному отсчету времени (секунда, минута, час, сутки, год и т.д.), формируя его иерархические биологические часы.

Активная жизнедеятельность и здоровье армии и населения в неблагоприятных или экстремальных условиях среды, включая радиоактивное загрязнение, может поддерживаться слабым сверх-низкочастотным магнитным полем со специальной амплитудной модуляцией. Последняя обеспечивает информационно-резонансное воздействие поля одновременно на все ИУ клеточного метаболизма, сохраняя их естественную ритмику и ход биологических часов организма в целом. Такое воздействие можно осуществить с помощью носимого компактного прибора или сотового телефона при соответствующей модуляции его излучения.

Предлагаемое модулированное поле применимо для профилактики раковых заболеваний и непосредственного лечения раковых клеток

в отличие от нацеленных на их уничтожение традиционных методов. При этом поле повышает эффективность последних при совместном использовании. Тем самым охарактеризовано новое направление медицинских исследований – магнитная информационно-резонансная хромотерапия клеточного метаболизма и раковых клеток. Высокая актуальность направления обусловлена большим числом ежегодно выявляемых в России случаев рака (около 500000), вторым местом в мире у онкологии по причинам смерти, а также особым вниманием Минобороны России к разработке «экстремальных» лекарств.

Благодарности

Автор благодарен заместителю директора Алтайского филиала Российского онкологического научного центра им. Н. Н. Блохина В. А. Лубенникову за квалифицированные советы при выполнении исследования.

Список литературы

1. Лазарев А.Ф., Лубенников В.А., Голубцов В.Т. Первый опыт использования общего магнитного поля в лечении онкологических больных // Вопросы онкологии. – 1995. – № 2. – С. 127–128.
2. Бецкий О.В., Девятков Н.Д., Кислов В.В. Миллиметровые волны низкой интенсивности в медицине и биологии // Биомедицинская радиоэлектроника. – 1998. – № 4. – С. 13–29.
3. Готовский Ю.В., Гаркави Л.Х., Кузьменко Т.С. Место и роль биорезонансной терапии в иерархии полевых и материальных структур организма // Тез. докл. V Международной конференции «Теоретические и клинические аспекты применения биорезонансной и мультирезонансной терапии». Ч. 2. – М., 1999. – С. 190–200.
4. Mikirova N., Jackson J.A., Casciari J.J., Riordan H.D. The effect of alternating magnetic field exposure and vitamin C on cancer cells // J. Orthomolecular Med. – 2001. – Vol. 16 (3). – P. 177–182.
5. Ronchetto F., Barone D., Cintorino M. et al. Extremely low frequency-modulated static magnetic fields to treat cancer: A pilot study on patients with advanced neoplasm to assess safety and acute toxicity // Bioelectromagnetics. – 2004. – Vol. 25 (8). – P. 563–571.
6. Barbault A., Costa F.P., Bottger B. et al. Amplitude-modulated electromagnetic fields for

the treatment of cancer: Discovery of tumor-specific frequencies and assessment of a novel therapeutic approach // *J. Exper. Clin. Cancer Res.* – 2009. – Vol. 28. – P. 51–61.

7. *Costa F.P., de Oliveira A.C., Meirelles R. et al.* Treatment of advanced hepatocellular carcinoma with very low levels of amplitude modulated electromagnetic fields // *Br. J. Cancer.* – 2011. – Vol. 105 (5). – P. 640–648.

8. *Blackman C.F.* Treating cancer with amplitude-modulated electromagnetic fields: a potential paradigm shift, again? // *Br. J. Cancer.* – 2012. – Vol. 106 (2). – P. 241–242.

9. *Li Y., Héroux P.* Extra-low-frequency magnetic fields alter cancer cells through metabolic restriction // *Electromagn. Biol. Med.* – 2014. – Vol. 33 (4). – P. 264–75.

10. *Zimmerman J.W., Pennison M.J., Brezovich I. et al.* Cancer cell proliferation is inhibited by specific modulation frequencies // *Br. J. Cancer.* – 2012. – Vol. 106. – P. 307–313.

11. *Казначеев В.П., Михайлова Л.П.* Биоинформационная функция естественных электромагнитных полей. – Новосибирск: Наука, 1985. – 181 с.

12. *Кирста Ю.Б., Кирста Б.Ю.* Информационно-физический закон построения эволюционных систем. Системно-аналитическое моделирование экосистем: Монография. Изд-е второе, испр. и доп. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2014. – 283 с. – ISBN 978-5-7904-1682-8.

13. *Кирста Ю.Б.* Новая мировая динамика: I. Иерархическая динамика биосферы и социосферы и их влияние на климат // *Национальная безопасность и стратегическое планирование.* – 2014. – № 4(8). – С. 8–15.

14. *Biochemical Pathways. Third Edition / Editor: Gerhard Michal.* – Mannheim: Boehringer Mannheim GmbH Biochemica, 1993.

15. *Kirsta Y.B.* Time-dynamic quantization of molecular-genetic, photosynthesis and ecosystem hierarchical levels of the biosphere // *Ecol. Modell.* – 1992. – Vol. 62. – P. 259–274.

16. *Kirsta Y.B.* Information-hierarchical organization of biosphere and problems of its sustainable development // *Ecol. Model.* – 2001. – Vol. 145. – P. 49–59.

17. *Kirsta Yu.B.* Information-hierarchical organization of mankind and problems of its sustainable development // *World Futures.* – 2003. – Vol. 59. – P. 401–420.

18. The 2017 Nobel Prize in Physiology or Medicine – Press Release. Nobelprize.org. Nobel Media AB 2014. Web. 16 Nov 2017. – http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2017/press.html

19. *Siffre M.* Dans les abîmes de la terre. – Paris: Flammarion, 1975. – 301 p. – Перевод: Сифр М. В безднах Земли. – М.: «Прогресс», 1982.

20. *Sahar S., Sassone-Corsi P.* Metabolism and cancer: the circadian clock connection // *Nat. Rev. Cancer.* – 2009. – Vol. 9 (12). – P. 886–896.

21. *Tomasetti C., Li L., Vogelstein B.* Stem cell divisions, somatic mutations, cancer etiology, and cancer prevention // *Science.* – 2017. – Vol. 355 (6331). – P. 1330–1334.

22. *Kirsta Y.B.* Exchange of information in natural hierarchical systems // *Ecol. Model.* – 1994. – Vol. 73. – P. 269–280.

23. *Stavroulakis P. (Ed.).* Biological effects of electromagnetic fields. – Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2003. – 793 p.

24. *Barnes F.S., Greenebaum B. (Eds.).* Biological and Medical Aspects of Electromagnetic Fields. Third edition. – Boca Raton, London, New York: Taylor & Francis Group, 2006. – 464 p.

25. *Adey W.R.* Biological effects of electromagnetic fields // *J. Cell. Biochem.* – 1993. – Vol. 51. – P. 410–416.

26. *Zhadin M.N.* Review of Russian Literature on Biological Action of DC and Low-Frequency AC Magnetic Fields // *Bioelectromagnetics.* – 2001. – Vol. 22. – P. 27–45.

27. *Бингу В.Н., Савин А.В.* Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы // *УФН.* – 2003. – Т. 173 (3). – С. 265–300.

28. *Giuliani L., Soffritti M. (Eds.)* Non-thermal effects and mechanisms of interaction between electromagnetic fields and living matter. An ICEMS Monograph. / National Institute for the Study and Control of Cancer and Environmental Diseases “Bernardino Ramazzini” Bologna, Italy // *Eur. J. Oncol. Library.* – 2010. – Vol. 5. – 185 p.

Статья поступила в редакцию 3 декабря 2017 г.