

УДК 53.047:612.017.2

## КОНЦЕПЦИЯ А. Л. ЧИЖЕВСКОГО О РИТМЕ И КОСМИЧЕСКАЯ БИОРИТМОЛОГИЯ

© 2022 г. В. А. Галичий\*

Государственный научный центр Российской Федерации Институт медико-биологических проблем РАН, Москва,  
123007 Россия

\*e-mail: ssi@imbp.ru

Поступила в редакцию 22.12.2020 г.

После доработки 13.01.2021 г.

Принята к публикации 20.05.2021 г.

Идеи Чижевского о периодичности как основном свойстве органического и неорганического мира, о связи ритмических процессов, наблюдаемых в живых организмах, с ритмами космоса рассматриваются в качестве фундаментальной основы космической биоритмологии, сформировавшейся в нашей стране во второй половине XX столетия. Космическая биоритмология стала самостоятельным научно-практическим направлением космической биологии и медицины, целью которого является изучение ритмических особенностей функционирования живых систем как в обычных условиях, так и в космических полетах, и использование полученных знаний для обеспечения здоровья и работоспособности космонавтов. В русле космической биоритмологии сформулирован ряд теоретических положений, важнейшими из которых являются определение биологического ритма как формы движения живой материи, выражающей единство и борьбу взаимоисключающих, противоположных начал в имманентных границах любой живой системы и обеспечивающей ее непрерывное самовоспроизведение; положения об интегрирующей роли циркадианного ритма в системе ритмических процессов организма; о десинхронозе (болезни десинхронизации) как обязательном компоненте общего адаптационного синдрома; о волнообразности адаптационного процесса, как общебиологическом законе, согласно которому этот процесс в любой его фазе (тревоги, резистентности, истощения) протекает в колебательном режиме. Важнейшим практическим достижением космической биоритмологии явилась разработка принципов научной организации труда и отдыха человека в космосе, которые сегодня используются на Международной космической станции.

*Ключевые слова:* периодичность, ритм, космическая биоритмология, адаптация, циркадианная система, десинхроноз, организация труда и отдыха космонавтов

**DOI:** 10.31857/S0301179822020047

Одной из важнейших закономерностей Природы является периодичность, свойственная любым процессам окружающего нас мира. Выдающийся исследователь и мыслитель А.Л. Чижевский (1897–1964 гг.) доказывал существование неразрывной взаимосвязи ритмических процессов на Земле и в Космосе. “Изучение этих соотношений показывает, что окружающая нас среда представляет собой стройную систему зависимых переменных... Благодаря тому, что динамика этой системы... подчинена строгой внутренней закономерности, в ней могли возникнуть периоды, обусловленные сложной совокупностью химических и физических процессов” [15] (с. 94).

Анализируя связь феномена ритма с устойчивостью природных процессов, он писал: “Каждый длительный процесс требует для своего осуществления устойчивости, охранения от случайных или спорадических явлений. Такое охранение воз-

можно только для процессов периодических, то есть представляющих последовательное повторение... одинакового по типу явления в пространстве и во времени. Периодичность дает возможность придать явлению условия, охраняющие от случайностей” [16] (с. 500).

А.Л. Чижевский считал, что общими принципами организации материи являются пространственная симметрия, которая характеризует в той или иной степени каждую материальную единицу, и симметрия во времени, т.е. ритм, который характеризует всякое движение. “...мы наблюдаем закономерность и в движении небесных тел, составляющих видимый звездный мир, и в движении электронов, составляющих атомы материи. Ей же подчинены функции живых организмов, имеющих свои периоды и фазы. Действительно, окружающая природа в человеческом уме издревле являлась источником того убеждения,

что правильная периодичность и повторяемость явлений в пространстве или во времени есть основное свойство мира, которым владеют одни и те же законы, распространяющиеся равно на все части природы независимо от того, как делит, как расчленяет их человек: и неорганическая, и органическая материя со всею своею психическою деятельностью подчинена одним и тем же общим для всей вселенной принципам” [14] (с. 61). Характер гармонического взаимодействия ритмических процессов в природе А.Л. Чижевский описывал следующим образом: “Если бы мы попытались общую динамичность внешнего мира представить графически, в виде кривой, то увидели бы, что эта кривая имеет волнообразный ход, причем, в свою очередь, каждая волна изрезана более мелкими зубцами и т.д. Эти макро- и микроколебания, которыми выражена динамика внешнего мира, представляют собою отражение беспредельного разнообразия непрерывной изменчивости физических и химических процессов, совершающихся во внешнем мире” [15] (с. 94).

Описывая разнообразие ритмических явлений на Земле, в частности суточные, годовые, многолетние циклы напряженности атмосферного электричества, земного магнетизма, земных электрических токов, барометрического давления и температуры, количества лучистой энергии Солнца и всех ее производных, А.Л. Чижевский отмечал, что органическая жизнь Земли (жизнь отдельного организма, растения, животного или человека) в течение колоссального исторического времени приспособилась к этим периодам и находится в тесной зависимости от них. При этом он прекрасно понимал и эндогенную сущность ритмов живых системах и окружающих явлениях. “Индивидуальная жизнь, — писал он, — могла развиваться в природе только при условии строгой периодичности составляющих ее эндогенных процессов и строгой периодичности экзогенных процессов, на нее воздействующих” [16] (с. 500).

А.Л. Чижевский предвидел, что изучение сложной совокупности ритмов внешнего мира и ритмов живого организма должно явиться одной из серьезнейших задач космической биологии. Это предвидение в полной мере позже оправдалось, когда в русле космической биологии и медицины возникло новое научно-практическое направление, призванное изучать ритмические особенности живого организма как в обычных условиях, так и в условиях космического полета, и использовать полученные знания в целях обеспечения здоровья и работоспособности космонавтов. Это направление получило название космической биоритмологии. Ее основатель и многолетний руководитель Б.С. Алякринский поставил новое научное направление на прочный теоретический фундамент науки о биологических ритмах.

К этому времени, наравне с А.Л. Чижевским, многими исследователями была продемонстрирована универсальность и всеобщность ритма как неотъемлемого свойства всего живого. Однако следующий шаг в теоретических разработках феномена ритма был выполнен Б.С. Алякринским. Он показал, что ритм, будучи эндогенным свойством живых систем, отражает внутреннюю противоречивость фундаментальных жизненных процессов — разрушения и созидания. Б.С. Алякринский подчеркивал, что ритм является инструментом поддержания качественной стабильности живых систем, обеспечивая их постоянство через непостоянство, сохранение равновесия через его непрерывное нарушение в цепи повторно воспроизводимых событий (вспомним А.Л. Чижевского — сохранение устойчивости возможно только для процессов, последовательно повторяющихся, периодических).

Опираясь на такое понимание ритма, Б.С. Алякринский [3] сформулировал определение биологического ритма как формы движения живой материи, выражающей единство и борьбу взаимоисключающих, противоположных начал в имманентных границах любой живой системы и обеспечивающей ее непрерывное самовоспроизведение. Именно поэтому организм в своей деятельности подчинен закону ритма.

Очередной теоретический шаг в разработке механизмов, лежащих в основе ритма, был сделан Б.С. Алякринским при рассмотрении таких универсальных явлений как гомеостаз и приспособление (адаптация). Согласно определению, приведенному в Большой советской энциклопедии (по: [4], с. 6), под физиологической адаптацией понимается “совокупность физиологических реакций, лежащая в основе приспособления организма к изменению окружающих условий и направленная к сохранению относительного постоянства его внутренней среды — *гомеостаза*”.

Здесь термины гомеостаз и адаптация поставлены во взаимосвязь, что можно встретить далеко не всегда. Сохранение конкретной определенности, относительной стабильности (гомеостаза) живой системы при ее непрерывной изменчивости представляет по существу форму организации колеблющихся в некотором ритме жизненных процессов. В этой форме организации стабильность и изменчивость должны быть сбалансированы. Преобладание той или другой стороны биологически нецелесообразно: избыточная стабильность, равно как и избыточное непостоянство рассматриваются как нарушения жизнедеятельности организма. Об этом очень хорошо сказано в работе А.М. Молчанова: “Рассмотрим, — пишет он, систему уравнений, у которой есть одно единственное состояние равновесия и притом устойчивое. Кажется, что это пример хорошей модели

хорошо уравновешенного индивида. Однако если вдуматься поглубже, то окажется, что такая система не отвечает нашему интуитивному представлению об индивиде. Ведь индивид что-то делает, с ним что-то происходит, он меняет свое состояние. Если же он приходит в одно единственное состояние, то интуитивно это воспринимается как гибель системы. Система приходит в состояние устойчивого равновесия и перестает быть системой, способной к движению. Другой, противоположный, случай, когда система неустойчива, также не отвечает представлению об индивиде, ибо означает, в сущности, прогрессирующую несовместимость частей системы, приводящую к ее распаду.

Лучше всего представлению об индивиде как о системе, которая, с одной стороны, сохраняет свое строение, а с другой, способна к внутреннему движению, отвечают поэтому колебательные системы” (по: [4], с. 11).

Таким образом, “периодичность является такой же основной чертой жизни, как возбудимость живых тканей, гомеостазис в организме или способность адаптироваться к окружающей среде и условиям жизни. Периодические изменения охватывают и эти основные особенности. Возбудимость всех живых тканей колеблется в соответствии со свойственными организму ритмами. Представление о гомеостазисе... означают постоянное диапазона, в котором протекают периодические колебания состояния организма...” [8] (с. 6).

Как неоднократно подчеркивал Б.С. Алякринский, живой организм есть система, насквозь пронизанная ритмами. У человека обнаружены ритмы с длительностью периода от долей секунды до нескольких лет. Какой же ритм организма следует рассматривать в качестве основы его жизненной устойчивости, и существует ли вообще такой ритм? Есть достаточные основания считать таким ритмом циркадианный, или околосуточный, ритм, синхронный с вращением Земли вокруг своей оси. Б.С. Алякринский считал его обязательным компонентом колебательных процессов организма на всех уровнях жизнедеятельности. Циркадианный ритм присущ клеткам и тканям, органам и системам органов (сердечно-сосудистой, дыхательной и т.п.), а также самому организму как единому целому (например, ритм сна–бодрствования). Циркадианные ритмы найдены у большинства представителей животного царства – от простейших до человека.

Циркадианные ритмы объединены в систему, составные части которой действуют согласованно. Другими словами, циркадианный ритм является формой связи всех фрагментов циркадианной системы. Согласованность (слаженность) циркадианных ритмов, или, как говорят, их взаимная, или внутренняя, синхронизация, есть не-

обходимое условие благополучия организма, его здоровья и работоспособности. Нарушение взаимосвязи циркадианных ритмов, их десинхронизация, приводит к развитию болезненного состояния, получившего название десинхроноза (болезни десинхронизации).

В рамках космической биологии и медицины Б.С. Алякринский развил понятие десинхроноза и составил подробную классификацию форм этого явления и его причин [1–3]. Он сформулировал положение, согласно которому десинхроноз является обязательным компонентом общего адаптационного синдрома (его “первой ласточкой”), неотъемлемой составной частью реакции организма на стрессовые воздействия.

Внутренняя синхронизация циркадианных ритмов является, безусловно, гармоничным состоянием организма (А.Л. Чижевский характеризовал феномен ритма как гармонию во времени), а десинхроноз – нарушением этой гармонии. Состояние десинхроноза служит прекрасной иллюстрацией того общего положения, что гармоничные системы более устойчивы, более эффективны и более надежны, чем дисгармоничные. Десинхронизацию ритмических структур, приводящую к расстройствам и болезням организма, можно рассматривать как нарушение его гармонии.

Как образно говорил Б.С. Алякринский, циркадианный ритм – это та канва, на которой вышивается узор функциональных систем организма, ибо любая функциональная система есть результат интеграции многочисленных механизмов в единое целое. Такая интеграция требует подчинения всех колебательных процессов общему ритму.

Таким образом, циркадианный ритм отмечен признаками всеобщности и неотделимой от нее необходимостью. Как известно, связи, наделенные признаками всеобщности и необходимостью, относятся к числу закономерных, что и дает право говорить о циркадианности как о законе, действием которого обеспечивается жизнедеятельность организма как целостного образования [4, 5].

Как мы видим, рассмотрение проблемы адаптации “логически приводит к выяснению связи ее с проблемой гомеостаза, а через эту последнюю – с проблемой биологических ритмов и, в частности, ритмов циркадианных, которым присущи признаки всеобщности и необходимости” [4] (с. 14).

Закон циркадианности регулирует жизнедеятельность организма в целом и обеспечивает его относительное постоянство – гомеостаз. Циркадианность является тем ограничителем, который налаживает течение жизненных процессов организма, обеспечивает их организацию в сложных отношениях организма и среды, что составляет сущность феномена адаптации.

Мы привыкли к тому, что период сна (биологическая ночь) совпадает с темным, а период

бодрствования (биологический день) — со светлым периодом суток. Иначе говоря, свет для нас является сигналом дня, а темнота — сигналом ночи. Эти и подобные им сигналы получили название датчиков времени (к их числу относятся не только колебания освещенности, но и суточные вариации температуры и влажности атмосферы, а также другие космофизические факторы, связанные со сменой дня и ночи и зависящие от суточного вращения Земли).

В тех случаях, когда сигналы датчиков времени совпадают с показаниями биологических часов (темнота — с “биологической ночью”, а свет — с “биологическим днем”), это способствует поддержанию устойчивого ритма сна—бодрствования, который, в свою очередь, обеспечивает согласованную работу всей циркадианной системы организма или, что то же самое, внутреннюю синхронизацию циркадианнных ритмов. Поэтому датчики времени иначе называют синхронизаторами. Если же сигналы датчиков времени входят в противоречие с ритмами нашего организма (т.е. если “биологическая ночь” начинает совпадать со светлым, а “биологический день” — с темным периодом суток, например, после трансконтинентальных перелетов с пересечением часовых поясов), то циркадианная система вступает в режим так называемого затягивания: “биологическая ночь” стремится совместиться с реальной ночью, которая начинает “притягивать” к себе биологическую ночь, а “биологический день” перемещается в направлении реального дня. В этот процесс включается вся циркадианная система организма. Но дело в том, что различные звенья этой системы перестраиваются с разной скоростью, следствием чего становится нарушение взаимной согласованности циркадианнных ритмов, нарушение их взаимной слаженности — десинхронизация — с сопутствующими проявлениями в виде ухудшения сна, сонливости в рабочее время, потери аппетита и снижения работоспособности.

Постоянный контакт с датчиками времени, в конце концов, обеспечивает адаптацию организма к новому режиму чередования дня и ночи, и циркадианная система вновь возвращается в состояние внутренней синхронизации. Если описанная ситуация повторяется раз за разом, десинхроноз может приобрести хроническую форму. Следствиями хронического десинхроноза могут стать невротические расстройства, стойкие нарушения сна, а в особо серьезных случаях — гастриты, язвенная болезнь двенадцатиперстной кишки и желудка. Кроме того, десинхроноз (как острый, так и хронический) может спровоцировать обострение уже имеющегося и нередко скрыто протекающего заболевания.

Современные орбитальные космические полеты совершают один оборот вокруг Земли всего за 1.5 ч. За это время за иллюминаторами космического корабля происходит смена солнечного света и темноты, которая, конечно, не то же самое, что смена дня и ночи.

Опыт космических полетов показывает, что основным синхронизатором циркадианнных ритмов организма космонавта случит правильно спланированный и четко выполняемый распорядок труда и отдыха. Причем чем больше периодических компонентов он содержит, тем лучше. Режим труда и отдыха космонавтов должен быть буквально “насыщен” ритмами, синхронизирующими циркадианнные ритмы всего организма.

Полученные на протяжении многих лет данные убедительно свидетельствуют о том, что в космическом полете должен быть принят нормальный, земной, суточный распорядок сна и бодрствования со сном в привычные ночные часы и бодрствованием — в дневные. Вместе с тем, в космосе необходимо сохранять также недельную цикличность работы и отдыха.

Следовательно, в основу организации труда и отдыха человека в космическом полете должен быть положен принцип ритма, обеспечивающий поддержание здоровья и благополучия организма космонавтов.

Таким образом, в рамках космической биоритмологии были разработаны основы научной организации труда и отдыха человека в космосе. Такая организация опирается на понимание ритма как одного из основных свойств живых систем. Вынужденные отклонения от этого принципа, диктуемые особенностями распорядка деятельности на борту космического корабля, в частности 1, 3 и 3\* нарушения 24-часовой цикличности со сдвигами периода сна с опережением, либо с запаздыванием, следует квалифицировать как десинхронизирующие факторы, угрожающие здоровью космонавтов и успешному выполнению полетной программы. Они могут приводить к расстройствам сна, ухудшению эмоционального состояния, снижению умственной и физической работоспособности. Это понимают и сами космонавты. Вот как описывает последствия постоянных сдвигов зоны сна один из российских космонавтов (по: [13]): “Особенно остро мы почувствовали сдвиг зоны сна где-то за 1.5–2 мес. до окончания полета, когда работали практически в перевернутом режиме — сон был сдвинут сначала влево на 4 ч (на 28-е сутки), затем вправо на 6–12 ч (на 35-е сутки).

В этот период мы полностью потеряли ощущение дня и ночи и спали, когда это представлялось возможным. Не всегда приятно говорить про себя такие вещи, но были периоды, когда голова полностью не соображала, появлялись настолько

глупые ошибки, что потом сам не мог дать рационального объяснения их появлению: смотришь на одну кнопку, а нажимаешь на другую. ... В общем, коэффициент одурения очень высокий. В результате этого вероятность появления ошибочных действий увеличивается и, соответственно, возможна неадекватная реакция на рекомендации Земли, неадекватная трактовка документации.

Кроме того, увеличивается время принятия решений, что естественно снижает работоспособность и производительность труда. На простую работу, на простую операцию, которую знаешь, которую много раз делал, уходит времени больше в несколько раз. Пошел за какой-то вещью, по дороге забыл, за чем пошел; взял что-то в руки и думаешь, а зачем я это взял. Это все результат рассеянности, трудности сосредоточения внимания на каком-либо предмете и факте, на какой-либо деятельности. Концентрация внимания очень низкая, требуются большие усилия, большие ресурсы, затраты, чтоб удерживать внимание сконцентрированным на том, что ты делаешь. В результате уровень усталости к концу рабочего дня очень высокий. Помимо этого, сдвиги сна очень сильно снижают эффективность физических тренировок.

Были случаи, когда приходилось заниматься через силу, а иногда организм наотрез отказывался выполнять физические упражнения. В какой-то момент ситуация дошла до близкой к критической, и я уже был почти готов просить пощады у руководства полетом” (с. 188–189).

На этом примере видно, как теоретическое представление А.Л. Чижевского об охранительной роли ритма, гарантирующего поддержание устойчивости природных процессов, защиту их от дестабилизирующих случайностей, расширяется и наполняется новым содержанием применительно к живой природе, к человеку.

Циркадианный ритм, выступающий в роли ограничителя изменчивости жизненных процессов, в роли механизма, обеспечивающего единство стабильности и нестабильности живых систем, как раз и обнаруживает здесь эту свою охранительную функцию в условиях непрерывных и спорадических воздействий на организм факторов окружающей среды.

При изучении проблемы десинхроноза специалисты обратили внимание на связь этого явления с сезонными (годовыми) колебаниями состояния организма. Так возникла идея сезонного физиологического десинхроноза [9]. Ее суть состоит в том, что в средних географических широтах, отмеченных выраженными сезонными климатическими контрастами, циркадианная система организма весной и осенью приобретает черты внутренней десинхронизации, нередко дополняемые субъективными проявлениями психическо-

го и физического дискомфорта. Такая сезонная десинхронизация представляет собой, с одной стороны, вполне обычное явление, но, с другой стороны, несет в себе потенциальную опасность обострения уже имеющихся хронических заболеваний (что важно учитывать в клинике внутренних болезней).

Представления о приспособительном значении ритма свое последующее развитие получили в общебиологическом законе волнообразности адаптационного процесса, постулированном С.И. Степановой [11]. Этот закон, наряду с законом циркадианности, исследованиями в области проблемы десинхроноза и разработкой принципов организации труда и отдыха человека в Космосе, является важнейшим достижением космической биоритмологии. Закон волнообразности адаптационного процесса отражает универсальную, всеобъемлющую форму активности живых систем и показывает, что адаптационный процесс в любой его фазе (тревоги, резистентности, истощения) протекает в колебательном режиме, т.е. волнообразно. В соответствии с этим законом биологический эффект любого воздействия в разные сроки от момента нанесения раздражения может оказываться прямо противоположным, что необходимо учитывать при оценке ответных реакций организма. В клинике этот закон проявляется в волнообразном течении хронических заболеваний. “Закон волнообразности адаптационного процесса открывает надежный путь к прогнозированию динамики состояния организма при остром и хроническом стрессе. Он позволяет предвидеть особенности течения хронических заболеваний (периоды ремиссий и обострений), ход восстановления после острых заболеваний и травм, смену периодов улучшения и ухудшения состояния в процессе приспособления к трудным условиям существования, в том числе 1, 3 и 3\* к условиям космического полета, и принимать своевременные меры, направленные на поддержание благополучия организма” [11] (с. 4–5).

В рамках космической биоритмологии идеи А.Л. Чижевского нашли отражение в концепциях и гипотезах, положенных в основу научной организации жизни человека в Космосе. Их можно считать теоретическим и практическим воплощением представлений А.Л. Чижевского о неразрывной связи и взаимообусловленности ритмических процессов на Земле и в Космосе, подвижности их в пространстве и во времени. Так, рассматривая взаимосвязь ритмических процессов разных частот в пределах организма, Б.С. Алякринский (1983) выдвинул гипотезу, согласно которой ритмы с разными длительностями периода играют роль “биологических амортизаторов”. В рамках недельного ритма уровень производительности организма в разных видах деятельности изменяется: дни с максимально вы-

сокой “отдачей” (с перерасходом резервов) сменяются днями с пониженным уровнем работоспособности (отмеченными преимущественным накоплением резервов организма). Если же в недельном цикле перерасход резервов не ликвидируется, эта задача “перекладывается на плечи” месячного цикла. Такая многоступенчатая система “амортизации” оберегает организм от истощения путем периодического снижения интенсивности деятельности.

Другая гипотеза о взаимоотношении ритмов разных частот была выдвинута С.И. Степановой [10, 11]. Согласно ее предположению, периодическая дестабилизация уровня, около которого колеблются жизненные показатели – это результат стремления живой системы к уходу от равновесия покоя, от стационарности. Благодаря этому, в рамках одного и того же процесса формируются колебания с целым набором частот. Колебания уровня исходного, высокочастотного, ритма (его можно было бы назвать ритмом 1-го порядка) создают вторичный ритм с меньшей частотой (ритм 2-го порядка), длительное сохранение которого было бы ничем иным, как стационарностью, преодолеваемой путем формирования ритма с еще меньшей частотой (ритма 3-го порядка) и т.д.

Итак, организм можно рассматривать как объединение, ансамбль ритмических процессов, охватывающий все его структурные звенья [7].

Одной из важных практических задач космической биоритмологии является определение границ “биоритмологической нормы” в сфере циркадианных ритмов. Сегодня установлены параметры такой нормы для частоты сердечных сокращений и температуры тела применительно к различным условиям обитания (обычные условия, постельный режим, условия ограниченных контактов с физическими и социальными синхронизаторами) [6, 12].

Необходимо еще раз отметить, что в рамках космической биоритмологии были разработаны не только основные принципы организации труда и отдыха космонавтов, но сформулирован ряд практических рекомендаций, направленных на поддержание здоровья и работоспособности человека в космическом полете, которые сегодня используются на Международной космической станции.

Перечисленные достижения космической биоритмологии далеко не исчерпывают собой всего, что было накоплено в этой области за годы существования пилотируемой космонавтики. В этот период было выполнено большое количество экспериментальных исследований прикладного и фундаментального характера, проведенных как в наземных условиях, так и в космических полетах. Результаты этих исследований позволили получить новую информацию об осо-

бенностях протекания ритмических процессов на Земле и в Космосе и использовать эту информацию в интересах медицинского обеспечения пилотируемых космических полетов.

Полученные результаты вышли далеко за рамки космической биоритмологии и получили общебиологическое, общемедицинское значение. Основоположника космобиологии А.Л. Чижевского, признанного в мировой науке еще в 30-х годах XX столетия, следует считать истинным предвестником космической медицины и возникшей в ее русле космической биоритмологии.

Работа выполнена в рамках базовой тематики РАН 65.5 ГНЦ РФ-ИМБП РАН

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алякринский Б.С.* Десинхроноз – компонент общего адаптационного синдрома // Стресс и его патогенетические механизмы. Кишинев, Штиинца, 1973. С. 9–11.
2. *Алякринский Б.С.* Адаптация в аспекте биоритмологии // Проблемы временной организации живых систем. Москва: Наука, 1979. С. 8–36.
3. *Алякринский Б.С.* Биологические ритмы и организация жизни человека в космосе (Проблемы космической биологии, Т. 46). Москва: Наука, 1983.
4. *Алякринский Б.С.* Философские вопросы теории адаптации // Космическая биология и авиакосмическая медицина. 1986. Т. 20. № 2. С. 6–15.
5. *Алякринский Б.С.* Закон циркадианности как проблема биоритмологии // 19-е совещание постоянно действующей рабочей группы социалистических стран по космической биологии и медицине программы “Интеркосмос”. Материалы симпозиума. Гавана, 1986. С. 3.
6. *Галичий В.А.* Биоритмологические аспекты оценки и прогнозирования состояния организма в практике космической медицины. Дисс. ... докт. мед. наук. Москва: 1996. 694 с.
7. *Галичий В.А.* Организм как функциональное единство колебательных процессов различной частоты // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2013. Т. 47. № 2. С. 51–60.
8. *Смирнов К.М.* Общие вопросы учения о биологических ритмах // Биоритмы и труд. Ленинград: Наука, 1980. С. 6–20.
9. *Степанова С.И.* О зоне блуждания акрофаз // Проблемы временной организации живых систем. Москва: Наука, 1979. С. 37–62.
10. *Степанова С.И.* Теоретические и прикладные аспекты космической биоритмологии. Дисс. ... докт. мед. наук. Москва, 1982. 597 с.
11. *Степанова С.И.* Биоритмологические аспекты проблемы адаптации. Москва: Наука, 1986. 241 с.
12. *Степанова С.И., Галичий В.А.* Космическая биоритмология // Хронобиология и хрономедицина /

- ред. Ф.И. Комаров, С.И. Рапопорт. Москва: Триада-Х, 2000. С. 266–298.
13. Степанова С.И., Нестеров В.Ф., Сараев И.Ф., Галичий В.А., Савченко Э.Г. Организация труда и отдыха членов экипажей МКС-1–МКС-20 // Международная космическая станция. Российский сегмент. Космическая биология и медицина. Т. 1. Москва, 2011. С. 172–195.
  14. Чижевский А.Л. Физические факторы исторического процесса. Калуга. 1-я Гостиполитография, 1924.
  15. Чижевский А.Л. Космический пульс жизни: Земля в объятиях Солнца. Гелиотараксия. Москва: Мысль, 1995. 786 с.
  16. Чижевский А.Л. На берегу Вселенной. Годы дружбы с Циолковским. Воспоминания. Москва: Мысль, 1995. 715 с.

## Concept of Rhythm by Chizhevsky and Space Biorhythmology

V. A. Galichij\*

*State Scientific Center of Russian Federation Institute for Biomedical Problems RAS, Moscow, 123007 Russia*

*\*e-mail: ssi@imbp.ru*

**Abstract**—Chizhevsky's ideas about periodicity as the main property of the organic and inorganic world, about the connection of rhythmic processes observed in living organisms with the rhythms of space are considered as the fundamental basis of space biorhythmology, which was formed in our country in the second half of the twentieth century. Space biorhythmology has become a specific scientific and practical direction of space biology and medicine, the purpose of which is to study the rhythmic features of living systems activity both in normal conditions and in space flights, and the use of the gained knowledge to keeping the health and performance of cosmonauts. In the field of space biorhythmology a number of theoretical positions have been formulated, the most important of which are definition of a biological rhythm as a form of movement of living matter, expressing the unity and confrontation of alternative, opponent parts in the immanent limits of any living system and providing its continuous self-reproduction; positions about the integrating role of the circadian rhythm in the body's rhythmic processes system; about desynchronosis (desynchronization disease) as a mandatory component of the general adaptation syndrome; about wave-form adaptation process, as a general biological law, according to which this process in any phase (Alarm, Resistance, Exhaustion) proceeds in an oscillatory mode. The most important practical achievement of space biorhythmology was the development of the principles of scientific human work-rest organization in space, which are now used at the International Space Station.

**Keywords:** periodicity, rhythm, space biorhythmology, adaptation, circadian system, desynchronosis, work-rest organization of cosmonauts