

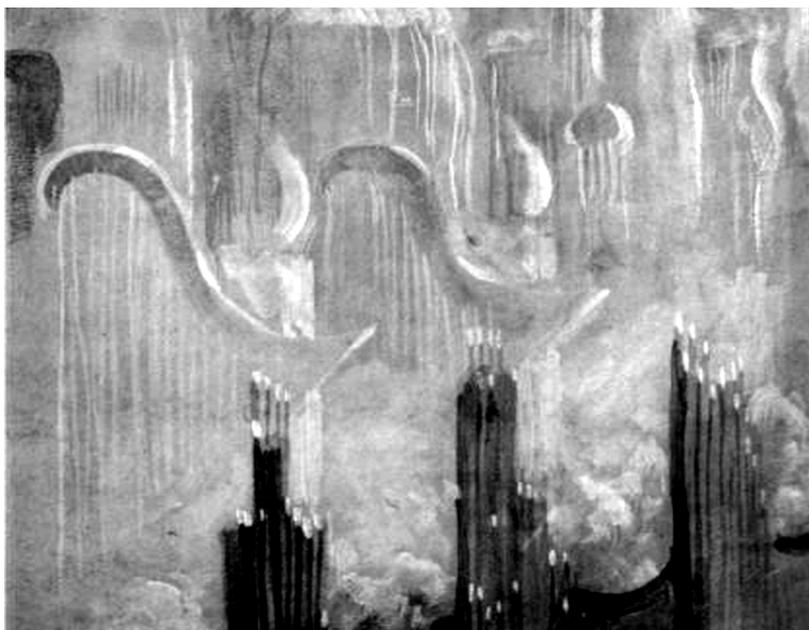


Рис. 1. Энергетическая регуляция в организме функции u_2, v_2, w_2 клеток, ансамблей клеток, функциональных систем организма (ФСО) и структуры k_2, l_2, m_2 клеток, тканей и органов. Энергетические затраты в организме на функциональные процессы (x_2, y_2, z_2) клеток, ансамблей клеток, ФСО и структурные процессы (p_2, r_2, s_2) клеток, тканей и органов.

Энергетические процессы				Периоды колебания или длительность переходных процессов		
Функция		Структура				
Расход	Вход	Расход	Вход	Реликтовые	Основные	Координации
z_1	u_1	s_3	k_3	260 лет	800 лет	2,5 тыс. лет
y_1	w_1	r_3	m_2	26 лет	82 года	
x_1	v_1	p_3	l_2	2 года 8 мес.	8 лет 4 мес.	
z_2	u_2	s_2	k_2	1 мес.	3 мес.	10 мес.
y_2	w_2	r_2	m_1	3 дня	10 дней	
x_2	v_2	p_2	l_1	8 час.	24 час.	
z_3	u_3	s_1	k_1	15 мин.	50 мин.	150 мин.
y_3	w_3	r_1		1,5 мин.	5 мин.	
x_3	v_3	p_1		9 с.	30 с.	
z_4	u_4	s_0		300 мс.	1 с.	3 с.

Рис. 2. Иерархия биоритмов в пределах диапазона на уровне организмов. Полностью иерархия биоритмов всех уровней интеграции биосистем приведена в наших более ранних работах¹.

¹ Загускин С.Л. Ритмы клетки и здоровье человека. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2010. 292 с.; Он же. Время жизни и устойчивость биосистем. Часть 1. Сохранение устойчивости биосистемы через удаление или обновление ее элементов // Пространство и Время. 2012. № 4(10). С. 168–174; Он же. Глава 4. Ритмы клетки и обоснование новых методов хронодиагностики и биоуправляемой хронофизиотерапии // Хронобиология и хрономедицина. Руководство / Под ред. С.И. Рапопорта, В.А. Фролова, Л.Г. Хетагуровой. М.: Медицинское информгентство. 2012. С. 47–80.



Сотворение мира XI. Художник М. Чюрлёнис. 1906. Фрагмент

УДК 57.02.001.57:57.034



Загускин С.Л.

Направленность интегральной реакции биосистемы: хронодиагностика, прогнозирование и биоуправление жизнедеятельностью

Загускин Сергей Львович, доктор биологических наук, заведующий лабораторией биофизики и хронобиологии НИИ физики Южного Федерального университета, член Проблемной комиссии по хронобиологии и хрономедицине РАМН

E-mail: zaguskin@gmail.com

В статье рассмотрены энергетические механизмы пассивной и активной стратегий сохранения устойчивости биосистем. Предложен универсальный энергетический критерий направленности биологических процессов. Описаны методы хронодиагностики, прогнозирования и управления жизнедеятельностью.

Ключевые слова: биоритмы, хронодиагностика, биоуправление, десинхроноз, биосистема, устойчивость, биоэнергетика.

Решение практических задач управления жизнедеятельностью на уровне клетки (биотехнология), организма (медицина, сельское хозяйство), биоценоза и биосферы (экология) невозможно без выяснения энергетических механизмов направленности интегральной реакции биосистемы. Интегральная ответная реакция биосистемы зависит не только от параметров внешнего воздействия, но и от исходного состояния биосистемы (фаз ритмов энергообеспечения). Ее оценка требует адекватных методов диагностики, прогнозирования и управления жизнедеятельностью биосистемы. Как показали наши теоретические и экспериментальные исследования¹, методы диагностики и прогнозирования состояния и реакций клетки, организма, биоценоза, биосферы могут основываться на оценках согласования и рассогласования (десинхронозов) биоритмов этих биосистем. Аналогично гармонию или рассогласование биоритмов конкретной биосистемы можно оценивать по отношению к

¹ Загускин С.Л. Ритмы клетки и здоровье человека. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2010. 292 с.

привычным ритмам внешней среды. Ритмами внешней среды для биосистемы являются биоритмы других биосистем и космогелиофизические ритмы. Восстановление согласования биоритмов функции и структуры биосистем с биоритмами энергетики – наиболее прямой и адекватный способ устранения десинхронозов и управления жизнедеятельностью биосистем¹.

Хронодиагностика. Хронодиагностику обычно проводят по возникновению фазовых десинхронозов. С помощью Косинор анализа оценивают достоверность сдвига фазы одного околосуточного биоритма относительно другого околосуточного биоритма или времени суток. Одновременно оценивают достоверность изменения амплитуды колебания и среднего уровня (мезора) исследуемого показателя. Уже такая хронодиагностика может прогнозировать заболевания организма человека на ранней доклинической стадии². При этом, однако, не всегда можно отличить величину рассогласования биоритмов в пределах нормального варьирования, которое определяется гомеостатической мощностью биосистемы, и величину отклонения периодов биоритмов за допустимые пределы с потерей устойчивости соответствующего элемента биосистемы. Гомеостатическая мощность у разных людей различна, зависит от возраста и тренированности организма. Даже у одного и того же пациента биоритмы постоянно варьируют по длительности периодов. Недаром околосуточный биоритм имеет приставку около. Биоритмы меньших и больших периодов варьируют по длительности значительно больше. Поэтому оценка фазовых десинхронозов для этих биоритмов невозможна. Это исключает и прогнозирование состояния биосистемы. Хронодиагностика только по фазовым десинхронозам не позволяет различать диапазоны варьирования параметров биоритмов в пределах нормы, т.е. в пределах резервов саморегуляции биосистемы, и при выходе значений параметров биоритмов за пределы этих резервов при патологических нарушениях. Для решения этих вопросов нами предложены методы оценки системных и иерархических десинхронозов.

Системные десинхронозы – это рассогласование соотношения периодов биоритмов разной длительности, но одного уровня системной организации. Известно, например, что нормальный диапазон отношения периодов дыхания к периодам сердечных сокращений составляет от 3 до 5. Если частота сердечных сокращений в стационарном состоянии превышает частоту дыхания более чем в 5 раз, или меньше чем в 3 раза, то это означает системный десинхроноз. В отличие от временного функционального десинхроноза, связанного с различием постоянных времени в контуре регуляции работы сердца и дыхания, устойчивый десинхроноз имеет место при патологии. В «Чжуд-ши»³ этот показатель характеризует соответственно наличие «горячих» или «холодных» болезней. Разработанные нами алгоритмы хронодиагностики с оценкой динамики дисперсии и показателя избыточности этого отношения позволяют оперативно диагностировать и прогнозировать реакции и состояние пациента, контролировать эффективность лечения непосредственно во время сеанса физиотерапии⁴. Кроме уровня «органы» системные десинхронозы аналогично можно оценивать на уровнях разных клеток, тканей, различных организмов одной трофической цепи, паразита и хозяина и т.д.

Иерархические десинхронозы – это рассогласование оптимальных соотношений периодов биоритмов с разными периодами и разных уровней, но одного типа (энергетические, структурные или функциональные). Эти десинхронозы наиболее информативны при оценке нормы гомеостаза разных уровней, гомеостатической мощности и оптимальности параметров лечебного воздействия благодаря нормированному виду используемых показателей. Например, наилучший лечебный эффект достигается при устранении энергетического иерархического десинхроноза, чему соответствует согласование иерархии ритмов золь-гель переходов (ритмов агрегации-деагрегации митохондрий), осмотических колебаний, ритмов микроциркуляции, кровенаполнения ткани и ритмов центрального кровотока (пульса и дыхания). Нарушение фрактальности этих ритмов указывает на неблагоприятный прогноз и наличие патологии на соответствующих уровнях регуляции, когда традиционные методы диагностики еще не эффективны. Более точно и надежно всю иерархию периодов биоритмов биосистемы возможно оценить методом символической динамики, который в отличие от вейвлет-анализа не требует аппроксимации формы колебаний⁵.

Хронодиагностика по изменению периодов биоритмов любых периодов и уровней биосистем может проводиться на основе разработанной нами естественной эволюционной классификации периодов биоритмов и иерархических уровней биосистем⁶. В соответствии с данной классификацией по отклонению соотношения периодов регистрируемых биоритмов между собой выявляется наличие и степень системных и иерархических десинхронозов. Подробнее таблица биоритмов и схема уровней биосистем приведены в работе⁷. На рис. 1 и 2 показана часть этой схемы и таблицы для уровня организма. Вероятность патологических нарушений можно прогнозировать без определения абсолютных значений гомеостатической мощности биосистемы или буферной емкости ее саморегуляции, которые уменьшаются при адаптации и с увеличением возраста биосистемы. Допу-

¹ Загускин С.Л. Околочасовые ритмы клетки и их роль в стимуляции регенерации // Бюллетень экспер. биолог. и мед. 1999. Т. 128. № 7. С. 93–96; Он же. Глава 4. Ритмы клетки и обоснование новых методов хронодиагностики и биоуправляемой хронофизиотерапии // Хронобиология и хрономедицина. Руководство / Под ред. С.И. Рапопорта, В.А. Фролова, Л.Г. Хетагуровой. М.: Медицинское информагентство. 2012. С. 47–80.

² Хетагурова Л.Г., Салбиев К.Д. Хронопатофизиология доклинических нарушений здоровья. Владикавказ: Проект-пресс, 2000. 176 с.

³ «Чжуд-ши» – классический трактат тибетской медицины, содержащий ее основы. Написан в 5 в. по сочинениям индийских авторов Вахати-младшего и Чандраниды. (Прим. ред.)

⁴ Гуров Ю.В., Загускин С.Л. Хронодиагностические возможности метода символической динамики // Терапевтический архив. 2011. Т. 83. № 4. С. 23–26.

⁵ Там же.

⁶ Загускин С.Л. Ритмы клетки и здоровье человека. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2010. 292 с.; Он же. Глава 4. Ритмы клетки и обоснование новых методов хронодиагностики...

⁷ Загускин С.Л. Время жизни и устойчивость биосистем. Часть 1. Сохранение устойчивости биосистемы через удаление или обновление ее элементов // Пространство и Время. 2012. № 4(10). С. 168–174.

стимые отклонения периодов биоритмов (гомеостатическую мощность) оказалось возможным оценивать, зная характерные соотношения периодов функциональных и структурных процессов биосистемы одного и смежных иерархических уровней (рис. 2). Определить вероятность необратимых (патологических) нарушений можно по превышению длительности отклонений периодов функциональных процессов за время более длительно-сти структурных процессов того же уровня, т.е. более, чем в 3 тыс. (π^7) раз. Более короткие отклонения периодов функциональных или структурных процессов не приводят к необратимым патологическим нарушениям, т.е. являются колебаниями в пределах гомеостатической регуляции. Резервы саморегуляции индивидуальны и уменьшаются при патологии и с возрастом. Символическая динамика впервые позволила разделять патологические и возрастные изменения¹.

Биоуправление. Устранить десинхронозы можно простым способом коррекции конкретных нарушенных биоритмов. Для этого, как показали результаты наших опытов на клетке и клинические испытания на уровне организма человека, необходимо синхронизовать физические воздействия с интегральными ритмами энергообеспечения ответных реакций². На уровне клетки эффективным способом устойчивого усиления биосинтеза белка были многочастотные воздействия, соответствующие устойчивым фрактальным отношениям ритмов энергетики клетки³. На уровне организма биосинхронизация физиотерапевтических воздействий с ритмами центрального кровотока по сигналам с датчиков пульса и дыхания пациента позволяет устранить фазовые, системные и иерархические десинхронозы наиболее прямым, и эффективным способом. Только данный метод дает возможность не только увеличить уровень кровотока, но и нормализовать спектр ритмов микроциркуляции крови в области патологии⁴. При этом исключается энергетическая дискриминация одних видов клеток (мышечных, эпителиальных) относительно клеток соединительной ткани, отличающихся по кинетике энергопотребления.

Устойчивое устранение десинхроноза и стабильность лечебного эффекта достигается по типу условного рефлекса образованием тканевой памяти, возникающей при десятках повторений синхронизации физиотерапевтического воздействия с фазами вдоха пациента. На одиночной нервной клетке механорецептора речного рака нами впервые показано, что сочетание лазерного воздействия с адекватным раздражением позволяет резко увеличить чувствительность к лазерному прежде подпороговому раздражению⁵. На уровне организма после курса биоуправляемой хронофизиотерапии при сочетании фазы вдоха с лазерным или другим физиотерапевтическим воздействием само дыхание пациента поддерживает после окончания курса лечения нормализованный спектр ритмов микроциркуляции крови. Тканевая память на вдох сохраняется до трех месяцев. Повторные курсы биоуправляемой лазерной терапии обеспечивают устранение, например, сезонных обострений язвенной болезни желудка⁶. Стабильный лечебный эффект за счет устранения иерархических десинхронозов возможен с помощью данного метода при лечении хламидиоза. Внутриклеточные паразиты хламидии имеют более быстрые биоритмы и устойчиво искажают биоритмы тканей и клеток человека, куда они проникают (половые органы, легкие, сердце и др.). Нормализация биоритмов тканей человека указанным методом способствует радикальному излечению (по реакции ПЦР⁷).

Биоуправляемый электрофорез обеспечивает проникновение кальция или других лечебных веществ на большую глубину и в большей концентрации по сравнению с электрофорезом при постоянном потенциале. Преимущество биоуправляемой хронофизиотерапии по сравнению с обычной физиотерапией показаны нами совместно со специалистами во всех областях медицины⁸.

Важно, что одновременно во время процедуры биоуправляемой хронофизиотерапии разработанные для этих целей устройства контролируют состояния и реакции пациента. Они позволяют индивидуально оптимизировать параметры лечебного воздействия, оценивать эффективность и прогнозировать динамику заболевания пациента. Нами показана возможность профилактического действия биоуправляемой хронофизиотерапии. Например, устойчивость организма больного к магнитным бурям и другим стрессовым нагрузкам оказалось возможным повысить за счет нормализации ритмов вегетативного статуса, клеточного иммунитета и спектра ритмов микроциркуляции крови в лимитирующем органе (области патологии). Системный характер и стабильность лечебного эффекта при биоуправляемой хронофизиотерапии обеспечивает увеличение интегральной целостности организма и исключает побочные реакции в других органах и системах организма⁹.

Энергетическая направленность биологических реакций. Новые практические результаты с использованием методов и устройств хронодиагностики и биоуправляемой хронофизиотерапии были получены нами благодаря теоретическому и экспериментальному обоснованию энергетических механизмов направленности интегральных реакций биосистем. Условием стабильного, а не временного увеличения содержания и биосинтеза белка в клетке были многочастотные воздействия, соответствующие иерархии биоритмов энергетики

¹ Гринченко С.Н., Загускин С.Л. Механизмы живой клетки: алгоритмическая модель. М.: Наука, 1989; Загускин С.Л., Загускина С.С. Лазерная и биоуправляемая квантовая терапия. М.: «Квантовая медицина», 2005.

² Загускин С.Л. Ритмы клетки и здоровье человека.

³ Загускин С.Л. Околочасовые ритмы клетки...; Загускин С.Л., Загускина Л.Д., Загускина С.С. Внутриклеточная регуляция потребления кислорода в нейроне рецептора растяжения речного рака // Цитология. 2007. Т. 49. № 10. С. 832–838.

⁴ Загускин С.Л., Загускина С.С. Указ. соч.

⁵ Загускин С.Л. Околочасовые ритмы и интегративная функция нейрона // Известия РАН. Серия биолог. 2000. № 1. С. 62–70.

⁶ Загускин С.Л., Загускина С.С. Указ. соч.

⁷ Полимеразная цепная реакция (ПЦР) – экспериментальный метод молекулярной биологии, позволяющий добиться значительного увеличения малых концентраций определенных фрагментов нуклеиновой кислоты (ДНК) в биологическом материале (пробе). Используется, в частности, для выявления наличия ДНК патогенной микрофлоры и паразитов в организме человека.

⁸ Загускин С.Л. Ритмы клетки и здоровье человека; Он же. Глава 4. Ритмы клетки и обоснование новых методов хронодиагностики...; Загускин С.Л., Загускина С.С. Указ. соч.; Комаров Ф.И., Загускин С.Л., Рапопорт С.И. Хронобиологическое направление в медицине: биоуправляемая хронофизиотерапия // Терапевтический архив. 1994. № 8. С. 3–6.

⁹ Меерсон Ф.З. Общий механизм адаптации и профилактики. М.: Медицина, 1973. 360 с.

клетки¹. Направленность интегральной реакции клетки зависела не только от параметров внешнего воздействия, но и от исходного уровня (или фазы биоритма) энергетического обеспечения ответной реакции². На уровне организма усиление восстановительных процессов относительно деструктивных при различных заболеваниях является необходимым условием лечебного эффекта. Для этого необходима синхронизация физиологических воздействий с ритмами центрального кровотока, которые по сигналам с датчиков пульса и дыхания пациента нормализуют ритмы микроциркуляции крови так, что усиление функции клеток происходит только в моменты увеличения транспорта энергетических метаболитов и диффузии кислорода в эти клетки. Причем открытие капилляров происходит только вблизи клеток с повышенной в данный момент чувствительностью (возбудимостью для мышечных и нервных клеток). Полученные нами³ и известные в литературе факты⁴ указывают на энергетическую параметрическую зависимость функциональной индукции восстановительных (биосинтетических) процессов любой биосистемы.

Таким образом, в периоды дефицита внешней энергии биосистема вынуждена снижать чувствительность и метаболизм. Устойчивость биосистемы сохраняется за счет снижения потребности в энергии и роста энтропии. Это пассивная стратегия адаптации, консерватизма с увеличением экономичности и снижением организации дает преимущества (выживание) тем биосистемам, которые с опережающим отражением успевают снизить функцию, биосинтез в соответствии со снижением доступной внешней энергии. При достаточных внешних энергетических ресурсах преимущества получают биосистемы, которые своевременно способны использовать дополнительную внешнюю энергию на усиление пластических процессов, самоорганизацию, рост, развитие, избыточный анаболизм⁵. Такая стратегия сохранения устойчивости биосистемы имеет антиэнтропийный характер и носит характер активного приспособления, адаптации с увеличением и усложнением организации.

Стратегии сохранения устойчивости. Первая стратегия поддержания устойчивости лежит в основе инактивации белков (ферментов), пассивного увеличения порогов восприятия внешних сигналов, зимней спячки, анабиоза, регресса, климаксовой фазы биоценозов, стабилизирующего отбора, специализации, конвергенции, увеличения симметрии, замедления видообразования, увеличения рождения женских особей, старения биосистемы, восстановления гомеостаза, баланса кругооборота веществ, устранения десинхронозов в пределах гомеостатической мощности биосистемы.

Вторая стратегия устойчивости преобладает при: активации белков (ферментов, рецепторов), развитии, росте, канцерогенезе, прогрессе, сукцессии биоценозов, движущей форме отбора или при отборе на расширение нормы реакции, дивергенции, увеличении асимметрии, ускорении видообразования, увеличении рождения мужских особей, в фазе витаукта⁶ при старении, возникновении десинхронозов за счет уменьшения периодов биоритмов, и их устранения за пределами гомеостатической мощности, требующих возникновения новых структур.

В целом устойчивость любой биосистемы сохраняется благодаря сочетанию этих двух противоположных стратегий поведения биосистемы, которые должны чередоваться в соответствии с ритмами доступности внешней энергии. Пространственная организация (морфология) биосистемы определяется ее временной организацией, всей иерархией биоритмов. Конструирование свойств и морфологии биосистем заключается в их коэволюции с ритмами внешней космогелиогеофизической среды в диапазоне периодов от десятых долей секунды (колебания ионосферного волновода, резонансы Шумана, РС1) до галактического года.

Интегральная реакция биосистемы определяется не только параметрами внешнего воздействия – силой (плотность мощности) и длительностью (продолжительность, форма), но зависит от привычности ритмов воздействия. Биосистемы способны повышать чувствительность к биологически значимым внешним воздействиям с привычными ритмами. Они реагируют опережающее уже на их сигнатуры (первичные сигналы и предвестники всего спектра этих привычных ритмов). Благодаря обучению и памяти на эти привычные сигналы реакции биосистемы требуют минимальной энергии, но способны оперативно изменять стратегию адаптации. К непривычным внешним воздействиям и помехам биосистемы снижают чувствительность. Однако, если стратегия экономичности оказывается неэффективной, то на пороговые и сверхпороговые воздействия биосистема вынуждена отвечать с большими энергозатратами, которые могут приводить к десинхронозам (патологии). Нами обнаружены ранние реакции на магнитные бури практически у всех здоровых людей сигнатурного характера без развития десинхронозов, но при увеличении напряженности регуляции кислородтранспортных систем организма. У метеочувствительных людей при сниженных резервах саморегуляции и гомеостатической мощности эти же магнитные бури могли вызывать с индивидуально разной задержкой десинхронозы вплоть до патологических нарушений⁷.

Повышение чувствительности к привычным внешним воздействиям с усилением энергозатрат происходит к воздействиям, которые способны корректировать временную организацию биосистемы, устраняя эндогенно возникающие десинхронозы. Память биосистем и условия ее сохранения позволяют резко усиливать или уменьшать чувствительность к повторяющимся воздействиям. Функциональные (обратимые) десинхро-

¹ Загускин С.Л. Околочасовые ритмы клетки...

² Загускин С.Л. Ритмы клетки и здоровье человека; Загускин С.Л., Загускина С.С. Указ. соч.

³ Загускин С.Л. Околочасовые ритмы клетки...; Он же. Ритмы клетки и здоровье человека.

⁴ Аршавский И.А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития. М.: Наука, 1982; Меерсон Ф.З. Указ. соч.

⁵ Аршавский И.А. Указ. соч.

⁶ Витаукт (от лат. *vita* – жизнь и *aucto* – непрерывно увеличиваю, приумножаю), целостные процессы, направленные на стабилизацию жизнеспособности организма. В современной геронтологии в соответствии с адаптационно-регуляторной теорией в эволюции считается, что наряду со старением развивается процесс витаукта, и задача состоит в том, чтобы замедлить темп старения и максимально оптимизировать процесс витаукта, используя адаптационные возможности организма. (Прим. ред.)

⁷ Загускин С.Л., Крылов А.К., Гуров Ю.В. Адаптация организма человека к неблагоприятным факторам внешней среды // Вестник Российского гуманитарного научного фонда. 2012. № 3 (68). С. 137–146.

нозы являются основой обучения (приспособления) к ним с фиксацией энергетически выгодных параметров микроструктур и соответствующих эндогенных ритмов фазовых золь-гель переходов в клетках. Сигнатурные воздействия выполняют роль параметрической регуляции периодов этих ритмов, изменяют вероятности бифуркаций и воссоздание энергетически оптимальных соотношений периодов биоритмов (повышение их фрактальной размерности). Морфологическая фиксация истории входных воздействий на всех уровнях биосистем определяет чувствительность и динамический стереотип биологических реакций на внешние воздействия. Путевой обходчик просыпается ночью, если в привычное время не проходит поезд, и спит, если поезд идет по расписанию.

Гомеостатическая мощность (ГМ) биосистемы определяется по скорости развития и сохранения десинхронизации в ответ на тестовую нагрузку. При достаточной ГМ происходит регуляция параметров по отклонению и реакция не зависит от исходного состояния. При недостаточной ГМ происходит регуляция по возмущению и знак реакции биосистемы зависит от фазы ритма ее энергообеспечения. Биорезонанс возможен только при аккордном воздействии, соответствующем инвариантному соотношению периодов иерархии биоритмов. Для многочастотного параллельного резонансного захвата важны не абсолютные значения периодов биоритмов, а их инвариантные соотношения подобно аккорду в разных октавах. Одночастотные и фиксированные с постоянным периодом воздействия биологически не адекватны и демпфируются на выше и ниже лежащих уровнях целостной биосистемы. Метод биоуправляемой хронофизioterпии, разработанный нами с учетом многочастотного параллельного резонансного захвата, может использоваться в интерактивном режиме с хронодиагностикой для профилактики негативных метеоро- и гелиотропных реакций у людей с недостаточной ГМ.

Энергетический критерий направленности биологических процессов

Существует несколько десятков различных критериев направленности, эволюция, адаптации, устойчивости биосистем. Каждый из них рассматривает, как правило, либо условия первой, либо второй стратегии устойчивости и часто лишь одного уровня биологической организации (интеграции). Поэтому каждый из описанных критериев ограничен своей областью и не является универсальным.

Критерии Анохина, Гельфанда-Цетлина, Данкофа, Овсянникова, Пригожина, Рашевского, Розена, Ренша, Фрайца, Ханина, Хотчинсона, Шварца, Эмдена акцентируют внимание на стремлении биосистем к экономичности (первая стратегия) и оптимальности. В соответствии с обозначениями на рис. 1 и 2 это означает для организма и клетки уменьшение внутренних для них регуляторных энергозатрат (z_2 и s_2) и возможность сохранить функциональную или структурную устойчивость своих промежуточных уровней биологической интеграции (ПУБИ) и элементов при уменьшении направляемых к ним потоков энергии (соответственно u_2 , v_2 , w_2 и k_2 , l_2 , m_2) или перераспределять их в соответствии с потребностями разных элементов и подсистем. Снижение внутренних энергозатрат или увеличение КПД (полезной мощности) выгодно биосистеме в условиях энергетической конкуренции и ограниченности внешних ресурсов, так как позволяет без ущерба снижать в этих условиях входную энергию основного обмена (k_3) и дополнительную (u_3), индуцированную функциональной активностью (x_3 и p_3), если эта активность на оправдывает себя в энергетической конкуренции с другими биосистемами и лишь усугубляет энергетический дефицит. Все эти характеристики имеют смысл лишь при четком определении временных параметров рассматриваемых процессов (рис. 2). Без этого невозможна количественная оценка и прогнозирование.

Критерии Аршавского, Бауэра, Баркрофта, Бернштейна, Вернадского, Зотина, Ивлева, Казначеева, Калабухова, Конрада, Лекавичуса, Меерсона, Одума, Паттена, Печуркина, Робертса, Росницына, Рубина, Руденко, Слонима, Стрельникова, Тийдора, Шноля, Янюшина описывают в основном процессы прогрессивного развития к эволюции, т.е. в наших терминах, условия преобладания второй стратегии поддержания устойчивости. В соответствии с обозначениями на рис. 1 и 2 это означает увеличение входной энергии u_3 , как результат, вызванный увеличением функциональной и (или) структурной (рост, размножение и т.д.) активности (x_3 , p_3). В этих условиях отмечается также одновременное увеличение внутренних энергозатрат на активную функциональную и (или) структурную перестройку, совершенствование и усложнение внутренней структуры (z_2 и s_2).

Ряд критериев учитывает разнонаправленность биологических процессов при смене стратегий устойчивости, невозможность одновременного выигрыша в мощности и эффективности, в росте биомассы, увеличении функции и увеличении экономичности. Критерии Богданова, Гладышева, Говорунова, Дольгина, Красиловой, Кротова, Левченко, Межжерина, Печуркина, Светницкого, Хаскина, Шкорбатова и др. учитывают и это обстоятельство. Однако, количественно оценить по единому критерию и прогнозировать прогресс и регресс (и идиоадаптацию), развитие и старение, степень адаптации, направление изменения устойчивости биосистемы любого уровня интеграции любой из существующих критериев не позволяет. Наиболее подробное рассмотрение такой задачи дано в работах С.Э. Шноля¹ и И.С. Печуркина².

Предлагаемый нами критерий дополняет эти и другие существующие критерии, придавая ему более универсальный вид, пригодный для практического количественного анализа с позиций биоритмологии и биоэнергетики на всех уровнях интеграции биосистем.

Критерий выходной регуляции энергобаланса

$$q_N^{6bx} = \int_0^T \frac{x_{N+1} + p_{N+1}}{\bar{z}_N + \bar{s}_N} dT, \quad q_N^{6bx} \rightarrow \max$$

представляет собой интеграл за время, равное периоду соответствующего биоритма (рис. 2), отношения суммы энергозатрат на внешние функциональные и структурные рабочие процессы к сумме внутренних, регулятор-

¹ Шноль С.Э. Физико-химические факторы биологической эволюции. М.: Наука, 1979. 263 с.

² Печуркин И.С. Энергетические аспекты развития надорганизменных систем. Новосибирск: Наука, 1962. 13 с.

ных. Необходимость разделения на внешние рабочие (числитель) и внутренние, регуляторные (знаменатель) обоснована ранее¹. Первые определяют по величине внешней работы, вторые – по дополнительным энергозатратам во время переходного процесса. Прогресс и другие условия преобладания второй стратегии устойчивости означают более значительный рост числителя, чем увеличение знаменателя. Регресс и другие состояния преобладания первой стратегии – снижение и числителя, и, более сильное – знаменателя. Идиоадаптация и различные сопряженные изменения энергетических составляющих числителя и (или) знаменателя происходят без изменения их абсолютных значений. Однонаправленность данного критерия объясняет принцип необратимости эволюции Доло и общность развития и старения как фаз адаптации биосистем.

Критерий входной регуляции энергобаланса:

$$q_N^{ex} = \int_0^T \frac{u_{N+1}}{k_{N+1}} dT, q_N^{ex} \rightarrow \max.$$

k_{N+1} определяется на уровне клетки или организма как обмен в состоянии покоя, стандартный или основной обмен; u_{N+1} – как разность рабочего и основного обмена.

Условие

$$q_N^{ex} \rightarrow \max$$

временно не выполняется лишь при нарушении связи биосистемы с внешней средой и с другими биосистемами того же основного уровня биологической интеграции (ОУБИ). Такие состояния временного существования биосистемы исключительно за счет накопленных внутренних запасов энергии возможны при цистировании, сне, анабиозе и т.д. Абсолютные значения числителя и знаменателя в обоих критериях отражают степень эволюционного прогресса, приближение к завершению роста, дифференцировки, развития в условиях преобладания второй стратегии устойчивости, либо степень регресса, старения, специализации при первой стратегии устойчивости. Сами критерии характеризуют биологический возраст (не совпадает с физическим временем) биосистемы данного уровня. Различие значений и соотношения критериев входной и выходной регуляции энергобаланса, как показывает само их название, отражает (прогнозирует) отношения биосистемы с внешней средой. Общий критерий направленности:

$$Q_N = q_N^{ex} - q_N^{exl}.$$

Время интегрирования в обоих критериях берется одинаковым. При $Q < 0$ преобладает 1-я стратегия поддержания устойчивости, при $Q > 0$ – 2-я стратегия (за исключением фазы отрицательной индукции за время x_{N+1}).

Вычисление подобных же критериев для ПУБИ практически затруднено, да и нецелесообразно в виду более простой оценки направленности их изменения по увеличению или уменьшению периодов биоритмов.

v_N, w_N, l_N, m_N – дополнительные потоки энергии, возникающие за счет u_{N+1} . Их наличие указывает на преобладание 2 стратегии устойчивости, отсутствие – на преобладание 1-й стратегии. Для первых ПУБИ на наличие потоков v_N, l_N указывает уменьшение периодов u_N, l_N и (или) синхронизация элементов, на наличие w_N и m_N – только уменьшение периодов z_N и s_N .

Увеличение периодов всех этих биоритмов имеет место при уменьшении k_N и u_N для элементов, образующих конкретный ПУБИ. Преобладание первой, либо второй стратегии для элемента или части элементов, образующих ПУБИ, может не совпадать со стратегией устойчивости ОУБИ в целом в результате кооперативного взаимодействия элементов и подсистем.

Разница между суммарной входной энергией $u_{N+1} + k_{N+1}$, равной сумме всех их потоков в биосистеме $u_N + k_N + v_N + w_N + l_N + m_N$ и используемой энергией $x_{N+1} + p_{N+1} + z_N + s_N$, определяется лишь как дисбаланс, вызываемый задержкой в обратной связи регуляции энергетики. Величина задержки (инерционность регуляции) соответствует уровню биосистемы.

При первой стратегии устойчивости биосистемы получают энергетический выигрыш в экономичности с каждым шагом развития, адаптации, эволюции. При второй – выигрыш состоит в увеличении лишь полезного использования энергии. Получено количественное соответствие вычисленных на основании экспериментов на нервной клетке рака критериев регистрируемых направлений реакций клетки (ее устойчивости и адаптации).

Заключение

Направленность биологических процессов любого уровня определяется разностью критериев входной и выходной регуляции энергобаланса. Первый критерий представляет интеграл за время рассматриваемого процесса отношения дополнительных вызванных функций энергозатрат к базовым энергозатратам в состоянии покоя. Второй - интеграл отношения суммы внешних функциональных и структурных энергозатрат на рабочие процессы и сумме внутренних, регуляторных энергозатрат. Положительное значение разницы между значениями указанных критериев означает состояние роста, развития, эволюционного прогресса и активной адаптации. Отрицательное значение характеризует старение, специализацию, регресс и пассивную адаптацию.

По изменению согласования биоритмов, виду и степени десинхроноза возможно диагностировать и прогнозировать устойчивость биосистем любого уровня. Биоритмологическое управление с определенным набором частот, соответствующим иерархии биоритмов конкретной биосистемы, может быть средством нормализации морфофункциональных процессов, устранения десинхронозов, профилактики и лечения патологий, стимуляции или избирательного угнетения восстановительных биосинтетических процессов, регуляции устойчивости и жизнедеятельности на всех уровнях биологической интеграции. Иначе, управление жизнедеятельностью и устойчивостью биосистемы возможно путем коррекции ее временной организации.

¹ Загускин С.Л. Ритмы клетки и здоровье человека.

Хронобиологический подход к прогнозированию и управлению устойчивостью приложим к любым биосистемам от клетки до биосферы. Что касается возможности прогнозирования направленности социально-экономических процессов, оценки их устойчивости и управления, то необходим учет их специфики по сравнению с чисто биологическими процессами. Однако обнаруженные на уровне живой клетки и организма энергетические механизмы регуляции и хронобиологические закономерности их устойчивости с учетом соответствующей терминологии могут быть использованы и для таких качественно более сложных систем. Ритмы региональных и глобальных кризисов, механизмы смены стратегий устойчивости (смены интенсивного и экстенсивного развития), согласования ритмов изменения энергоэффективности и энергоресурсов с ритмами модернизации и роста производства могут иметь бионическую аналогию и анализироваться как десинхронозы. Во всяком случае, иерархия и самоподобие биоритмов биосистем разных уровней интеграции от клетки до биосферы¹ и универсальный энергетический критерий направленности биологических процессов могут оказаться полезными для разработки оценки, прогнозирования и управления социально-экономическими процессами от элементарного производства товара до мировой экономики. В пользу этого предположения свидетельствует сходство принципа Самуэльсона в экономике и переменного-приоритетной зависимости энергетической регуляции ритмов внутриклеточных процессов разной энергоёмкости и инерционности².

ЛИТЕРАТУРА

1. Аршавский И.А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития. М.: Наука, 1982. 270 с.
2. Гринченко С.Н., Загускин С.Л. Механизмы живой клетки: алгоритмическая модель. М.: Наука, 1989. 232 с.
3. Гуров Ю.В., Загускин С.Л. Хронодиагностические возможности метода символической динамики // *Терапевтический архив*. 2011. Т. 83. № 4. С. 23–26.
4. Загускин С.Л. Околочасовые ритмы и интегративная функция нейрона // *Известия РАН. Серия биол.* 2000. № 1. С. 62–70.
5. Загускин С.Л. Околочасовые ритмы клетки и их роль в стимуляции регенерации // *Бюллетень экспер. биол. и мед.* 1999. Т. 128. № 7. С. 93–96.
6. Загускин С.Л. Ритмы клетки и здоровье человека. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2010. 216 с.
7. Загускин С.Л. Время жизни и устойчивость биосистем. Часть 1. Сохранение устойчивости биосистемы через удаление или обновление ее элементов // *Пространство и Время*. 2012. № 4(10). С. 168–174.
8. Загускин С.Л. Глава 4. Ритмы клетки и обоснование новых методов хронодиагностики и биоуправляемой хронофизиотерапии // *Хронобиология и хрономедицина. Руководство / Под ред. С.И. Рапопорта, В.А. Фролова, Л.Г. Хетагуровой*. М.: Медицинское информативное агентство. 2012. С. 47–80.
9. Загускин С.Л., Загускина Л.Д., Загускина С.С. Внутриклеточная регуляция потребления кислорода в нейроне рецептора растяжения речного рака // *Цитология*. 2007. Т. 49. № 10. С. 832–838.
10. Загускин С.Л., Загускина С.С. Лазерная и биоуправляемая квантовая терапия. М.: Квантовая медицина, 2005. 220 с.
11. Загускин С.Л., Крылов А.К., Гуров Ю.В. Адаптация организма человека к неблагоприятным факторам внешней среды // *Вестник Российского гуманитарного научного фонда*. 2012. № 3 (68). С. 137–146.
12. Комаров Ф.И., Загускин С.Л., Рапопорт С.И. Хронобиологическое направление в медицине: биоуправляемая хронофизиотерапия // *Терапевтический архив*. 1994. № 8. С. 3–6.
13. Меерсон Ф.З. Общий механизм адаптации и профилактики. М.: Медицина. 1973. 360 с.
14. Печуркин И.С. Энергетические аспекты развития надорганизменных систем. Новосибирск: Наука, 1962. 13 с.
15. Хетагурова Л.Г., Салбиев К.Д. Хронопатофизиология доклинических нарушений здоровья. Владикавказ: Проект-пресс. 2000. 176 с.
16. Шноль С.Э. Физико-химические факторы биологической эволюции. М.: Наука, 1979. 263 с.
17. Merritt D.J., Rodgers E.M., Amir A.F., Clarke A.K. "Same Temporal Niche, Opposite Rhythmicity: Two Closely Related Bioluminescent Insects with Opposite Bioluminescence Propensity Rhythms." *Chronobiology International* 29.10 (2012) 1336–1344.
18. Portaluppi F., Smolensky M.H., Touitou Y. "Ethics and Methods for Biological Rhythm Research on Animals and Human Beings." *Chronobiology International* 27.9-10 (2010): 1911–1929.

Цитирование по ГОСТ Р 7.0.11—2011:

Загускин, С. Л. Направленность интегральной реакции биосистемы: хронодиагностика, прогнозирование и биоуправление жизнедеятельностью / С.Л. Загускин // *Пространство и Время*. — 2013. — № 4(14). — С. 208—215.

¹ Загускин С.Л. *Время жизни и устойчивость биосистем...*

² Гринченко С.Н., Загускин С.Л. *Указ. соч.*