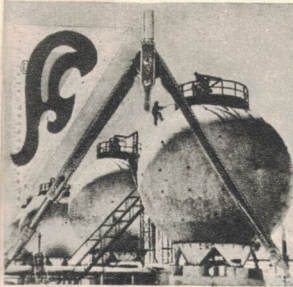


ИДВА

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ
ЕЖЕМЕСЯЧНИК
ДЛЯ СЕМЕЙНОГО ЧТЕНИЯ
•
СОВЕТСКАЯ РОССИЯ

8 | 67



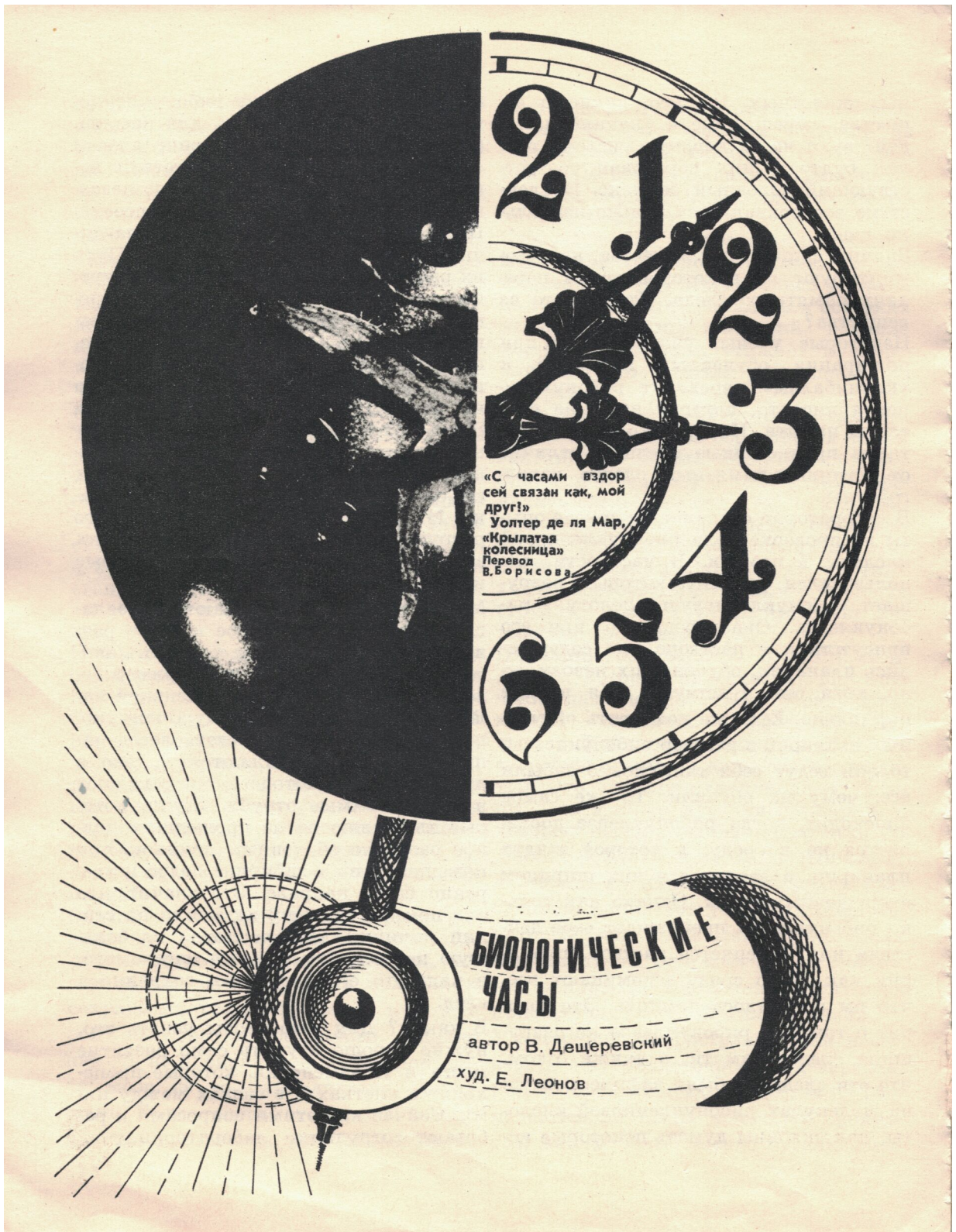


1-я стр. обл.
Фото А. Маршани

67

4-я стр. обл.
Фото Б. Галина

<i>Август, 1917 год...</i>	2
<i>Рождение буденовки</i>	7
<i>А. Золототрубов, Я. Шестопап. Морская династия</i>	13
<i>Н. Мельников. Богата земля советская</i>	23
<i>Н. Доллежал. Моя специальность — атомная энергетика</i>	30
<i>С. Мокшин. В краю алмазном</i>	39
<i>А. Кирюхин. Младший брат броневика</i>	46
<i>Е. Турган. Высокая марка</i>	52
<i>С. Бардин. Два стимула</i>	54
<i>М. Ливанов. Мнемозина прописывается в Пущино</i>	59
<i>И. Шейман. Где искать следы памяти?</i>	63
<i>В. Децеровский. Биологические часы</i>	66
<i>Д. Лайранд. Поток жизни</i>	72
<i>Ю. Котляр. Мореведы</i>	80
<i>Т. Еремина. Внимание — операция!</i>	84
<i>А. Скопечная. Новый «корень жизни»</i>	87
<i>Возможно ли долголетие?</i>	90
<i>Снова о «серебряной воде»</i>	92
<i>Н. Арзуманова. Кубачи в Дагестане</i>	98
<i>В. Туркин. Ишимская сторона</i>	100
<i>Р. Агишев. Шуга идет</i>	104
<i>Как оклеить комнату обоями</i>	112
<i>П. Судакова. Физкультура — молодость, здоровье, красота!!!</i>	116
<i>Л. Леонтьева. Как рыба в воде</i>	120
<i>Школа кройки и шитья</i>	122



«С часами вздор
сей связан как, мой
друг!»
Уолтер де ля Мар,
«Крылатая
колесница»
Перевод
В. Борисова

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ
ЧАСЫ**

автор В. Дещеревский
худ. Е. Леонов

Церковный сторож «от старости начал чутя время так же остро и точно, как горе и счастье... Истекал час, и сторож чувствовал какую-то тревогу или вожделение, тогда он бил часы и опять затишал». Писатель Андрей Платонов, в повести которого живет сторож, художественно точно описал сущность явления, названного учеными «биологическими часами». Как же было установлено, что живые организмы могут определять время, не пользуясь подсказками извне?.. Многие растения в течение суток совершают определенные движения: раскрываются и закрываются цветы, подсолнух поворачивается за солнцем, поднимаются и опускаются листья мимозы. В принципе эти движения можно использовать для определения времени так же, как положение солнца на небе. Однако это еще не значит, что у растений есть свои собственные часы. Вот если бы подсолнух поворачивался за солнцем, не «видя» его, например, помещенный в затемненную комнату! Оказывается, некоторые растения именно так и «поступают» — они сохраняют суточный ритм движений даже в полной темноте или при постоянном освещении. Но и это еще не доказывает, что у них есть настоящие внут-

ренние часы. Возможно, они просто чувствуют суточные колебания температуры. Стабилизируем ее — ритм сохраняется. Если быть последовательным, теперь надо исключить влияние суточных колебаний давления, электрических и магнитных полей космического излучения, силы притяжения Луны и, может быть, кое-чего еще нам не известного, но «известного» растениям. Вот тут-то и начинаются трудности. Стабилизировать все эти факторы (особенно неизвестные) можно единственным способом — оставив Землю. К счастью, доказательство существования внутренних часов у живых существ можно получить иначе. Оказалось, что ритм движения растений, помещенных в условия постоянной температуры и освещенности, обычно не равен суткам. Различия невелики — час, два, — но они однозначно доказывают, что у растений есть собственные часы. Неважно, что они спешат или отстают. В естественных условиях их ход регулируется внешними синхронизаторами — периодическими изменениями света или температуры, — и период становится точно равным двадцати четырем часам. Биологические часы не являются привилегией отдельных видов организмов. Они обнаружены у

одноклеточных водорослей и грибов, у пчел и тараканов, у птиц и млекопитающих. Обычно исследователи обращают внимание на часы, «стрелки» которых видны невооруженным глазом: движение лепестков цветов или хемоллюминесценция¹ одноклеточных водорослей, из-за которой в летние ночи светится морская волна, — настолько яркие явления, что их трудно не заметить. Однако гораздо чаще работа биологических часов менее эффективна. Установлено, например, что у мыши и человека периодически, с интервалами около 24 часов меняется двигательная активность, концентрация сахара в крови, запас питательных веществ в печени, скорость деления клеток, чувствительность к действию различных химических препаратов (в том числе и лекарств) — словом все, доступные наблюдению процессы жизнедеятельности. К настоящему времени все организмы, кроме бактерий и вирусов, прошедшие тщательную проверку в лабораториях ученых, оказались счастливыми обладателями биологических часов. Почему счастливыми? Да потому, что иметь часы очень удобно — ведь они позволяют на основании про-

¹ Хемоллюминесценция — излучение света в ходе химических реакций.

шлого опыта предвидеть близкое будущее и подготовиться к нему надлежащим образом.

Регулировка физиологических процессов, по видимому, одна из важнейших функций биологических часов, но в живой природе встречаются и другие, совсем удивительные случаи их использования. Вот пример. Пчелы не только «предвидят» появление нектара на цветах и летят за взятком строго в определенное время, но и ориентируются в полете по солнцу, все время внося поправку на его движение по небесному своду. Для этого им необходимо знать местное время. Надо сказать, что с помощью своих часов пчелы могут «взять азимут» по солнцу точнее самого квалифицированного туриста.

Для ориентации по небесным светилам используют биологические часы и птицы. Много дней длятся их перелеты, птицы преодолевают тысячи километров, но обязательно находят старые гнездовья. Даже если из-за непогоды они где-то сбились с пути, внутренние часы помогут им исправить ошибку и вернуться на правильный путь. Происходит это очень просто. Если птица оказалась, например, восточнее обычного маршру-

та перелета, ее внутренние часы станут отставать от местного времени, так как они синхронизированы на другой долготе. Маршрут полета будет отклоняться к западу до тех пор, пока собственное время птицы не совпадет с местным.

Интересно заметить, что эта и ряд других удивительных закономерностей поведения пернатых в навигационных¹ перелетах были обнаружены на птицах, сидевших в клетках: опыты ставились в планетарии под искусственным небом. Здесь неожиданно выяснилось, что молодые, ни разу не совершавшие перелетов птицы также способны правильно ориентироваться по звездному небу. Значит, эта способность — врожденная, а не приобретенная в процессе обучения. Следовательно, врожденным является и чувство времени у птиц.

Наследственная передача биологических часов от родителей детям доказана во многих опытах. У цыплят и ящериц, выведенных и выросших в полной темноте, двигательная активность ритмически меняется с такой

¹ Перелеты, в которых птицам приходится прокладывать курс на тысячи километров, называют навигационными, потому что птицы совершают их в принципе так же, как штурман дальнего плавания, и не менее успешно.

же частотой, как и у их братьев и сестер, до помещения в темноту росших в естественных условиях. Сохранялся постоянный ритм двигательной активности и в шести поколениях мышей, живущих в условиях постоянного освещения, (причем период не был равен суткам). Факт наследственной передачи биологических часов не покажется удивительным, если учесть, что они играют важную роль в приспособлении многих видов живых существ к периодически меняющейся среде. Вполне возможно, что они ответственны также за согласование во времени многих физиологических процессов, протекающих в живых организмах... Американский ученый К. Питтендрей считает, что биологические часы являются неотъемлемым свойством всех живых систем и составляют основу их организации. Любое отклонение от нормального хода часов приводит к нарушениям в работе всего организма. Недавно эта мысль получила веское подтверждение в замечательных опытах английской исследовательницы Ж. Харкер. Ей удалось установить, что ритм двигательной активности тараканов определяется периодическим поступлением в кровь и ткани животных определенного вещества

(секрета), а затем найти орган, где этот секрет вырабатывается. Оказалось, что в ганглии (нервном узле) таракана имеются четыре клетки, ритмически его выделяющие. Выдержав животных достаточно долго в условиях постоянного освещения, можно добиться, чтобы их активность утратила ритмичность. Если теперь «неритмичному» таракану пересадить ганглий, вырезанный у животного с выраженной ритмической активностью, то через некоторое время таракан станет «ритмичным», причем периодичность его поведения как бы продолжит периодичность таракана, от которого взят ганглий. Это значит, что клетки ганглия, даже после того как все его связи с организмом «хозяина» разорваны, продолжают выделять секрет с прежней частотой.

А что будет, если «ритмичному» таракану добавить еще один ганглий от другого, тоже «ритмичного» таракана? Тут возможны два крайних варианта. Если у обоих тараканов одновременно наступают периоды повышенной и пониженной активности (в таких случаях говорят, что их ритмы совпадают по фазе), то таракан с двумя ганглиями чувствует себя нормально, засыпает и пробужда-

ется в то же время, что и раньше. Если же часы двух тараканов идут вразнобой, так, что когда один просыпается, другой засыпает (ритмы отличаются по фазе на половину периода), то последствия пересадки губительны для таракана — в его желудке обязательно появляются злокачественные опухоли. Причина, по-видимому, кроется в отсутствии периодичности поступления секрета в кровь животного — ведь когда перестает работать один ганглий, включается второй. Такое же действие оказывает на нормального таракана специально подобранное чередование света и темноты, с помощью которого можно каждый раз, когда таракан засыпает, давать сигналы пробуждения. Угасающая секреция ганглия при этом возобновляется, и таким образом можно заставить его работать почти непрерывно. Через несколько дней в кишечнике таракана появляются опухоли.

Выращивая томаты в оранжереях, заметили, что режим постоянного освещения и температуры нарушает ритм биологических часов и вызывает появление тканевых повреждений. Но если сочетать непрерывное освещение с суточными колебаниями температуры, то нормальный ход ча-

сов сохраняется, и никаких повреждений не возникает. Для некоторых животных длительное сочетание постоянных света и температуры оказывается смертельным.

Возможный механизм возникновения повреждений при нарушении хода биологических часов предложен К. Питтендрем. По его мнению, в многоклеточных организмах существуют не одни часы, а целый набор их с неодинаковыми, но близкими к суткам периодами. Эти часы регулируют разные физиологические процессы. В нормальных условиях все они синхронизированы периодическими изменениями внешней среды. Если же свет и температура долгое время остаются постоянными, то часы начинают идти «не в ногу», исчезает согласованность физиологических процессов, что и вызывает тяжелые повреждения и даже смерть организмов. Эта гипотеза выдержала первую экспериментальную проверку. Но независимо от ее верности ясно, что биологические часы играют очень важную роль в жизнедеятельности многих организмов, в том числе и человека.

Быстрая смена фазы ритма внешних синхронизирующих воздействий в результате перелета из

Москвы в Нью-Йорк или во Владивосток вызывает временные расстройства в организме человека. Подстройка ритма физиологических процессов к местному времени занимает около двух недель! Вот почему понятна озабоченность известного немецкого ученого Э. Бюнинга здоровьем стюардесс трансатлантических лайнеров.

Детальное знание процесса адаптации часов было бы очень полезно для тренера спортивной команды, отправляющейся за океан. По-видимому, нерегулярный образ жизни также может привести к нарушению работы часов и вызвать серьезные заболевания. Ход часов необходимо учитывать и врачу, так как одни и те же лекарства в разное время суток оказывают разное действие.

К сожалению, пока мы очень мало знаем о механизме работы часов и не умеем его регулировать. Можно надеяться, что, научившись это делать, люди получат возможность управлять скоростью роста и развития живых организмов, смогут решить проблему долголетия, победить многие болезни. Фактически решение проблемы биологических часов означает создание физико-химической теории физиологических процес-

сов, учитывающей их согласование во времени.

Не стоит гадать, скоро ли это будет сделано. Пока же ученые пытаются понять отдельные удивительные свойства биологических часов, такие, как независимость их собственного периода от температуры, устойчивость к действию химических веществ и, особенно, высокая точность. Некоторые растения могут отличать весну от осени по тому, удлиняется или укорачивается день. Для этого им необходимо измерять длительность светового дня с точностью до минуты.

Многие люди способны просыпаться за несколько минут до звонка будильника. Пчелы и птицы при ориентации по солнцу определяют время с точностью до одной-двух минут. Возможно, биологические часы обеспечивают такую точность потому, что у них есть «маятник» — колебательный биохимический процесс с коротким периодом...

В лаборатории физической биохимии Института биофизики в Пущино занимаются изучением периодических биохимических реакций. В 1955 году С. Э. Шноль обнаружил явление, которое может претендовать на роль маятника биологических часов, — колеба-

ния каталитической активности актомиозина.

Актомиозин — комплекс двух основных белков мышцы: актина и миозина — катализирует реакцию распада аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) на аденозиндифосфорную (АДФ) и ортофосфорную (H_3PO_4) кислоты.

В результате этой реакции освобождается большое количество энергии, которая может использоваться для сокращения мышцы.

Процесс разложения АТФ актомиозином легко осуществить в пробирке. Для этого к водному раствору АТФ добавляют белок, выделенный из мышц кролика или другого животного. Скорость реакции обычно определяют по количеству ортофосфорной кислоты, образующейся в единицу времени в единице объема. При постоянной концентрации АТФ и актомиозина она зависит только от каталитической активности последнего, на которую могут влиять многие факторы (например, температура или концентрации солей в реакционной смеси).

Оказалось, что даже если эти факторы постоянны, каталитическая активность одного и того же препарата белка в последовательных измерениях различна. Одно измере-

ние от другого отличается только временем смещения АТФ и белка. Значит, каталитическая активность актомиозина самопроизвольно меняется во времени: увеличивается и уменьшается — колеблется около определенного уровня. Но ведь в одной пробирке находятся миллиарды миллиардов молекул белка, удаленных друг от друга, и все они синхронно меняют свои свойства. Этот факт кажется самым удивительным. Приходится допустить, что синхронизирующие влияния молекул друг на друга передаются через воду, возможно, с помощью особых волн «структурной перестройки» ее¹. В живой системе белковые молекулы находятся в тесном взаимодействии и синхронные колебания их активности могут осуществляться легче, чем в растворе. Какое же отношение могут иметь колебания каталитической активности мышечных белков к биологическим часам? Ведь биологические часы — неотъемлемое свойство всех живых систем, совсем не обязательно имеющих мышцы.

В последнее время стало

¹ Молекулы воды образуют похожие на кристаллы льда структуры, которые «живут» короткое время. Образование и распад их, возможно, происходят волнообразно.

ясно, что белки, похожие на актомиозин и катализирующие реакцию распада АТФ, встречаются в клетках разного типа у животных и даже у растений, а не только в мышцах. Например, листья мимозы приводятся в движение специальными структурами, содержащими такой белок (его назвали «мимозин»). Все виды биологического движения — сокращение мышц, движение жгутиков и ресничек у простейших, движение протоплазмы клеток, изменение объема и формы митохондрий¹, активное перемещение различных веществ через мембраны — также протекают за счет энергии распада АТФ и осуществляются белками актомиозинового типа. Значит, эти белки распространены в живой природе не менее широко, чем биологические часы, и колебания их каталитической активности в принципе могут лежать в основе механизма часов.

Еще недавно существование колебательных биохимических реакций многим биохимикам казалось маловероятным по весьма

¹ Митохондрии — органеллы клетки, в которых энергия, выделяющаяся при окислении питательных веществ, запасается в форме химической энергии АТФ и становится таким образом доступной для использования во всех физиологических процессах клетки.

простой причине — их никогда не видели.

В последние годы несколько таких реакций было обнаружено экспериментально, а работами математика Е. Е. Селькова обоснована возможность периодических процессов в ряде биохимических систем. После этих работ стало ясно также, почему столь редко удается наблюдать колебания в биохимических экспериментах. Расчеты показывают, что колебания могут возникнуть только в достаточно сложных системах при строго определенных условиях. Эти условия, по видимому, легко выполняются в живой клетке. Это позволяет надеяться, что колебательные биохимические процессы в живом организме не исключение, а норма.

Таким образом, число претендентов на роль маятника биологических часов возрастает. Но если у них есть быстроколеблющийся маятник, то должен быть и механизм деления частоты — аналог зубчатых передач обычных часов. Пока совершенно неясно, как мог бы быть устроен такой механизм в живом организме. Впрочем, в проблеме биологических часов неясного гораздо больше, чем ясного. Зато выяснено главное — это одна из важнейших проблем биологии.

Флан.

- 1) Что такое биолог. часы? — узнавание
времени.
без подсказок.
- 2) Как их обнаружить?
Мимоза, пеллея, цветы → в пещеру.
Стабильн. темпер., давл., коротк. путь
расширено
Остановись Земля!
- 3) Не существует — думает акт, конц. сахара
в крови, скорость деления клеток