

# **Биологические ритмы и среда обитания**

Биологические ритмы (биоритмы) (от греческого βίος — bios, «жизнь» и ῥυθμός — rhythmos, «любое повторяющееся движение, ритм») — периодически повторяющиеся изменения характера и интенсивности биологических процессов и явлений. Они свойственны живой материи на всех уровнях её организации — от молекулярных и субклеточных до биосферы. Являются фундаментальным процессом в живой природе.

**Биологический ритм** – это один из механизмов, которые позволяют организму приспосабливаться к меняющимся условиям жизни. Подобная адаптация происходит в течение всей нашей жизни, ибо постоянно происходит и изменение внешней среды. Сменяют друг друга времена года, циклон приходит на смену антициклону, нарастает и уменьшается солнечная активность, бушуют магнитные бури, люди переезжают из степной зоны в Заполярье – и все это требует от организма способности к адекватному приспособлению. Только при «исправности» этого «механизма» возможна полноценная жизнь.

**Биологические ритмы** – это периодически повторяющиеся изменения интенсивности и характера процессов жизнедеятельности биологических систем.

**Биологические ритмы, или биоритмы** – это более или менее регулярные изменения характера и интенсивности биологических процессов. Способность к таким изменениям жизнедеятельности передается по наследству и обнаружена практически у всех живых организмов. Их можно наблюдать в отдельных клетках, тканях и органах, в целых организмах и в популяциях.

Согласно одному из основных принципов материалистического естествознания – принципу единства организма и среды: организм не может существовать без внешней среды. Но внешняя среда, все сферы мироздания охвачены колебательными ритмическими движениями. Неудивительно поэтому, что одним из неотъемлемых свойств живого является ритмичность всех процессов. "Весь растительный и животный мир, а с ним и человек, извечно и непрерывно испытывают на себе ритмические воздействия внешнего физического мира и извечно отвечают на биение мирового пульса ритмическими пульсирующими реакциями", - писал русский социолог П. Я. Соколов.

- 1. Биологические ритмы обнаружены** на всех уровнях организации живой природы – от одноклеточных до биосферы. Это свидетельствует о том, что биоритмика – одно из наиболее общих свойств живых систем.
- 2. Биологические ритмы признаны** важнейшим механизмом регуляции функций организма, обеспечивающим гомеостаз, динамическое равновесие и процессы адаптации в биологических системах.
- 3. Установлено, что биологические ритмы,** с одной стороны, имеют эндогенную природу и генетическую регуляцию, с другой - их осуществление тесно связано с модифицирующим фактором внешней среды так называемых датчиков времени. Эта связь в основе единства организма со средой во многом определяет экологические закономерности.
- 4. Обнаружены биологические ритмы чувствительности организмов к действию факторов химической** (среди них лекарственные средства) и физической природы. Это стало основой для развития хронофармакологии, т.е. способов применения лекарств с учетом зависимости их действия от фаз биологических ритмов функционирования организма и от состояния его временной организации, изменяющейся при развитии болезни.
- 5. Закономерности биологических ритмов учитывают при профилактике, диагностике и лечении заболеваний.**

**Биоритмы подразделяются на физиологические и экологические.**

**Физиологические ритмы.** Это, например, ритмы давления, биения сердца и артериального давления. Имеются данные о влиянии, например, магнитного поля Земли на период и амплитуду энцефалограммы человека.

**Экологические ритмы** по длительности совпадают с каким-либо естественным ритмом окружающей среды. К ним относятся суточные, сезонные (годовые), приливные и лунные ритмы.

Благодаря экологическим ритмам, организм ориентируется во времени и заранее готовится к ожидаемым условиям существования. Так, некоторые цветки раскрываются незадолго до рассвета, как будто зная, что скоро взойдет солнце.

Многие животные еще до наступления холодов впадают в зимнюю спячку или мигрируют. Таким образом, экологические ритмы служат организму как биологические часы.

## **Процессы роста и развития организма имеют ритмический характер.**

Одно из наиболее интересных проявлений биологического измерения времени – суточная периодичность открывания и закрывания цветков и растений. Каждое растение "засыпает" и "просыпается" в строго определенное время суток. Рано утром (в 4 часа) раскрывают свои цветки цикорий и шиповник, в 5 часов – мак, в 6 часов – одуванчик, полевая гвоздика, в 7 часов – колокольчик, огородный картофель, в 8 часов - бархатцы и вьюнки, в 9-10 часов – ноготки, мать-и-мачеха. Существуют и цветы, раскрывающие свои венчики ночью. В 20 часов раскрываются цветки душистого табака, а в 21 час – горицвета и ночной фиалки. Также в строго определенное время и закрываются цветки: в полдень – осот полевой, в 13-14 часов – картофель, в 14-15 часов -одуванчик, в 15-16 часов – мак, в 16-17 часов -ноготки, в 17-18 часов мать-и-мачеха, в 18-19 часов – лютик, в 19-20 часов – шиповник. Раскрытие и закрытие цветков зависит и от многих условий, например от географического положения местности или времени восхода и заката солнца.

# Циркадианные ритмы

Циркадные (циркадианного) ритмы (от лат. Circa — около, кругом и лат. Dies — день) — циклические колебания интенсивности различных биологических процессов, связанные со сменой дня и ночи. Несмотря на связь с внешними стимулами, циркадные ритмы имеют эндогенное происхождение, представляя, таким образом, «внутренние часы» организма. Период циркадных ритмов обычно близок к 24 часам. Понятие циркадианного (околосуточного) ритма ввел в 1959 г. Халберг.

Циркадианный ритм является видоизменением суточного ритма с периодом 24 часа, протекает в константных условиях и принадлежит к свободно текущим ритмам. Они врожденные, эндогенные, т.е. обусловлены свойствами самого организма. Период циркадианных ритмов длится у растений 23-28 часов, у животных 23-25 часов.

Поскольку организмы обычно находятся в среде с циклическими изменениями ее условий, то ритмы организмов затягиваются этими изменениями и становятся суточными. Подчинение всех проявлений жизнедеятельности циркадианному ритму выступает значительным фактором целостности организма.



В многочисленных опытах на животных установлено наличие циркадианных ритмов двигательной активности, температуры тела и кожи, частоты пульса и дыхания, кровяного давления и диуреза.

Суточным колебаниям оказались подвержены содержания различных веществ в тканях и органах, например глюкозы, натрия и калия в крови, плазмы и сыворотки в крови, гормонов роста и др.

По существу, в околосуточном ритме колеблются все показатели эндокринные и гематологические, показатели нервной, мышечной, сердечно-сосудистой, дыхательной и пищеварительной систем.

В этом ритме все - содержание и активность десятков веществ в различных тканях и органах тела, в крови, моче, поте, слюне, интенсивность обменных процессов, энергетическое и пластическое обеспечение клеток, тканей и органов. Этому же циркадианному ритму подчинены чувствительность организма к разнообразным факторам внешней среды и переносимость функциональных нагрузок. Всего к настоящему времени у человека выявлено около 500 функций и процессов, имеющих циркадианную ритмику.

Если шишковидную железу, или эпифиз, воробья удалить хирургическим путем, он немедленно теряет свои циркадные ритмы. Если эпифиз пересадить обратно, воробей снова их обретает. Если пересадить эпифиз от птицы с иными циркадными ритмами, реципиент немедленно приобретает донорские ритмы взамен своих собственных. Более того, если прикрыть глаза воробья от воздействия света, его циркадные ритмы не меняются, но, если непрозрачный материал помещается на череп воробья, над шишковидной железой, птица теряет свои ритмы. У птиц циркадные ритмы регулирует секретируемый шишковидной железой гормон мелатонин, а эпифиз стимулируется светом от фоторецепторов в мозге, а не в глазах.

## **. Особенности циркадных (околосуточных) ритмов**

1. Все циркадные ритмы имеют период, приблизительно равный суткам (сутки — это период вращения Земли вокруг своей оси).
2. Циркадные ритмы неизменно существуют во всех живых системах. Какой бы живой организм мы ни изучали, всегда обнаружится, что он имеет своеобразный ритм активного и неактивного состояний.
3. Циркадные ритмы по своей природе эндогенны, то есть имеют внутренние (внутриорганизменные) причины. Это положение впервые сформулировал де Кандоль в 1832 году.
4. Циркадные ритмы — это очень устойчивые колебания, то есть они не затухают со временем. Для животных это положение не вызывает сомнений. Даже при отсутствии внешнего синхронизатора (смены света и темноты, ритмического изменения температуры) ритмы у них не затухают. Может несколько изменяться период ритма он становится эндогенным.
5. Циркадные ритмы являются врожденным свойством организма. Они не возникают как результат непосредственного воздействия на организм изменений среды.

## Особенности циркадных (околосуточных) ритмов

6. Циркадные ритмы протекают независимо на разных уровнях организации (как на уровне клетки, ткани, так и организма).
7. Циркадный период характеризуется поразительно малым отклонением от среднего значения при свободном течении ритма. Это означает, что механизм, лежащий в основе циркадной периодичности, отличается большой точностью.
8. Для каждого организма величина и изменчивость периода ритма индивидуальна.
9. Имеются устойчивые различия в ритмах между видами живых существ.
10. Период циркадного ритма проявляет температурную независимость.

Приведем некоторые типичные характеристики циркадианной системы здорового человека. Масса тела достигает максимальных значений в 18-19 часов, температура тела – в 16-18 часов, частота сердечных сокращений – в 15-16 часов, частота дыхания – в 13-16 часов, систолическое артериальное давление – в 15-18 часов, уровень эритроцитов в крови – в 11-12 часов, лейкоцитов – в 21-23 часа, гормонов в плазме крови – в 10-12 часов, инсулина – в 18, общего белка крови – в 17-19 часов. Оценивая данную схему, следует указать на значительные индивидуальные отличия в ходе суточных ритмов, что делает необходимым дальнейшее исследование понятий "биоритмическая норма" и "биоритмическая индивидуальность". Нарушения ритма сна и бодрствования могут привести не только к бессоннице, но и к расстройству сердечно – сосудистой, дыхательной и пищеварительной систем. Поэтому так важно соблюдать режим дня.

# Суточные ритмы

Наиболее яркие примеры физиологических сдвигов в течение суток дают летучие мыши. Летом в период дневного покоя многие из них ведут себя как пойкилотермные животные. Температура их тела в это время почти равна температуре среды; пульс, дыхание, возбудимость органов чувств резко понижены. Чтобы взлететь, потревоженная мышь долго разогревается за счет химической теплопродукции. Вечером и ночью – это типичные гомойотермные млекопитающие с высокой температурой тела, активными и точными движениями, быстрой реакцией на добычу и врагов.

С позиций учения о биоритмах, адаптация – это временное согласование функционального состояния организма и условий окружающей среды.

Вначале, при нарушении синхронизации биоритмов организма и датчиков времени (астрономических, географических и социальных), возникает десинхронизация, это соответствует **стадии тревоги**. Это бывает при трансмеридиальных перелетах с быстрым пересечением нескольких часовых поясов, а также при сменной работе..

Заключается оно в рассогласовании циркадианных ритмов разных функций. В результате возникают такие неблагоприятные симптомы, как нарушение сна, ухудшение самочувствия и настроения, невротические расстройства. При этом падает работоспособность, снижается иммунитет, обостряются хронические заболевания.

Затем, через какой-то промежуток времени, стадия тревоги купируется. Ритмы различных функций вновь приходят в фазовые соотношения, присущие устойчивой норме, причем весь ансамбль ритмов хорошо согласуется и с внешними датчиками времени. **Это стадия резистентности**.

Если она не наступает, то ритмы разлаживаются, возникает полная десинхронизация – аритмический хаос, который несовместим с жизнью. Поэтому стадия истощения может закончиться летальным исходом.

## Сезонные и годовые ритмы

Среда обитания большинства организмов подвержена глубоким сезонным изменениям. Буквально все физические факторы, важные для жизни, такие, как температура, длина дня, количество осадков, меняются в течение года настолько сильно, что большинству растений и животных пришлось выработать специальные приспособительные стратегии, чтобы противостоять этим изменениям. Необходимость таких адаптаций очевидна, ибо многие виды экологической активности часто целиком приурочены к наиболее благоприятным для них временам года. Это относится, например, к размножению. Для него время «рассчитано» так, чтобы развитие потомства приходилось на самый подходящий сезон. Вспомним наших мелких птиц, они кладут яйца весной, чтобы птенцы появились и развивались в самое кормное время года, когда более всего насекомых. Да и суслику нужно рассчитывать, когда залечь в спячку. Такие процессы индивидуального развития, как смена кожи, шерсти или перьев, часто имеют свое постоянное время и располагаются между размножением и зимовкой.



# Окологодовые (цирканнуальные) ритмы

Особенно это относится к циклам размножения. Так, животные Южного полушария, содержащиеся в зоопарках Северного, размножаются чаще всего зимой или осенью, в сроки, соответствующие весне и лету на их родине. Австралийские страусы в заповеднике Аскания-Нова откладывали яйца зимой прямо на снег. Собака динго приносит щенков в декабре, когда в Австралии конец весны.

# Многолетние ритмы

Наиболее благоприятным для размножения может оказаться не каждый год, а, скажем, каждый третий из них. Например, с такой периодичностью резко улучшается кормовая база животного. Наиболее известный пример тому — соотношение циклов плодоношения ели и размножения белки — описанный А.Н. Формозовым в 1948 году.

Р.С. Виноградов еще в 1934 году, оценивая жизнедеятельность домовых мышей, замечал, что хотя они живут в исключительно постоянных по климатическим, комфортным и пищевым характеристикам условиях, тем не менее испытывает закономерные колебания численности с периодичностью от трех до пяти лет.

# СЕЗОННЫЕ РИТМЫ

Сезонными (или годовыми) ритмами называются любые закономерно повторяющиеся изменения в природе, протекающие с периодом в один год. На основе сезонных ритмов у живых организмов в процессе эволюции сформировалась целая система специальных программ, обеспечивающих приспособление к годичной динамике экологической обстановки. Благодаря формированию у организмов этой системы сезонных приспособлений у отдельных особей и популяций появилась относительная гарантия выживания в условиях непостоянной среды обитания.

Именно сезонная периодичность жизнедеятельности позволила растениям и животным широко расселиться по всей планете и проникнуть во все климатические зоны

- 1. Высокочастотные ритмы (период 30 мин)** – это большинство рабочих ритмов. Примерами таких ритмов является генерация импульсов нейронами и мышечными клетками. Эти ритмы имеют эндогенное происхождение и отражают состояние соответствующих физиологических систем.
- 2. Ультрадианные ритмы (период 0,5-20 ч).** Некоторые из них относят к собственно биологическим, т. е. согласованным с временем суток. Однако некоторые фазы этих ритмов не имеют связи с временем суток. Так, один цикл колебания состава мочи и крови составляет 20 ч, а стадии быстрого сна повторяются через каждые 90 мин от момента засыпания.

Одно из наиболее интересных сезонных состояний – сезонное выключение активного метаболизма. Способность животных в неблагоприятное время года впадать в спячку или иного рода неактивное состояние позволяет им выживать, так как в это время расходы энергии у них минимальны. Некоторые животные экономят во время спячки до 90% энергии, которая в обычных условиях была бы потрачена на метаболизм.

## **Ангидробиоз.**

В мелких водоемах с каменистым дном в Нигерии и Уганде обитают личинки комара *Polypedilium vanderplanki* (Chironomidae).. Когда водоем исчезает, живущие в нем личинки высыхают и остаются в таком состоянии до следующего дождя. Степень обезвоживания личинок зависит от влажности воздуха. При относительной влажности 60% содержание воды в личинках составляет 8%, а при относительной влажности менее 1% падает ниже 3%. В таких обезвоженных биологических системах интенсивность обмена может падать до нуля, что полностью устраняет потребность в питании. Чтобы вернуться в обычное состояние, личинке нужно пробыть в воде около часа, за это время восстанавливается нормальное содержание жидкости в организме (80–90%), и она снова может потреблять пищу. Таким образом, личинки приспособились к условиям, в которых обводнение чередуется с периодами жестокой засухи.

**Диапауза** (от др.-греч. — перерыв, остановка) - состояние физиологического торможения обмена веществ и остановки формообразовательных процессов. Диапауза может наступать на любой стадии жизненного цикла насекомого – на стадии яйца, личинки, куколки и даже взрослой особи, но обычно все же характерна для ранних стадий развития. Во время диапаузы интенсивность метаболических процессов сильно понижена, что позволяет пережить неблагоприятный период за счет внутренних резервов.

**Спячка** – это форма адаптации к дефициту энергии путем сильного подавления метаболизма. Характерна для позвоночных животных.

Терморегуляция в жаркое сухое время требует расхода большого количества воды на испарение, а воды для питья не хватает. У мелких млекопитающих высокая интенсивность метаболизма не позволяет им просто голодать в ожидании лучших времен. С помощью спячки, при которой метаболические потребности организма резко снижены, все эти проблемы решаются одновременно. У большинства организмов, в течение годового цикла впадающих в спячку, обмен веществ уменьшается 10-20 раз, по сравнению с нормальным уровнем покоя. Например, у суслика обмен веществ во время спячки составляет  $1/52$  от состояния бодрствования, по некоторым данным, даже  $1/100$ . Температура тела в это время снижается до  $4-5^{\circ}$ . Иногда спячка сопровождается перестройкой ферментативных процессов.



# Зимняя спячка

**Зимняя спячка может быть нескольких типов.**

**1 тип.** У мелких млекопитающих (весом до 10 кг) спячка представляет собой глубокий продолжительный сон, сопровождающийся резким изменением температуры тела, замедлением дыхания, ритма сердца и обмена веществ. У некоторых видов температура тела остается низкой около недели, после чего примерно на день поднимается до нормы. Животное при этом пробуждается, однако во время таких пробуждений оно не потребляет пищи. Характерным примером животного, впадающего в такую периодическую спячку, может служить американский лесной сурок (*Marmota monax*), не запасавший обычно корм на зиму. К осени сурки сильно отъедаются, накапливая жир. 4–10 дней спячки прерываются 1–5 днями бодрствования, хотя периоды сна к зиме постепенно удлиняются. Во время спячки у сурков подавляются метаболические процессы: число сердцебиений падает со 100 до 10–15 ударов в минуту, температура тела уменьшается до 8°C, частота дыхания также заметно снижается.

## Зимняя спячка

Многие другие мелкие млекопитающие впадают в зимнюю спячку другого типа: перед спячкой они делают большие запасы корма, спят по 5–10 дней, после чего просыпаются примерно на день. В период пробуждения они очень прожорливы. Альпийские сурки (*Marmota marmota*), залегающие в спячку большими семейными группами, состоящими из пары взрослых особей и разновозрастного еще не расселившегося потомства, кроме экономии собственной энергии за счет зимней спячки дают возможность выжить молодым суркам, которые не имеют больших запасов жира. Температура тела взрослых сурков поднимается при периодическом просыпании от 5–6 до 35°C. Они просыпаются раньше молодых и согревают их. В результате тем не надо тратить много энергии для включения собственных механизмов термогенеза. Таким образом, взрослые сурки «отапливают» норы.

# Зимняя спячка

Еще один вариант спячки встречается у крупных млекопитающих, у которых спячка может длиться до семи месяцев, но животные в период спячки не едят, не испражняются и не мочатся. Температура тела во время спячки у них близка к нормальной 31–35°C, хотя метаболизм снижен. Продуктов белкового обмена в крови у них не обнаруживается. Такой тип спячки, которую называют иногда «зимний сон», известен у трех видов медведей: бурого, белогрудого и черного. У белого медведя в зимний сон впадают только беременные самки. В разных местах обитания медведи спят зимой от 2,5 до 6 месяцев. В тёплых краях при обильном урожае орехов медведи на всю зиму в берлогу не залегают, а лишь время от времени при неблагоприятных условиях на несколько дней погружаются в сон. Медведи спят поодиночке, и только самки, у которых есть детёныши-сеголетки, укладываются вместе со своими медвежатами. Во время сна, если зверя потревожить, он легко пробуждается. Нередко медведь сам покидает берлогу при длительных оттепелях, возвращаясь в неё при малейшем похолодании.

У большинства птиц и млекопитающих половые железы достигают полного развития только к весне, когда они начинают вырабатывать половые клетки и гормоны. В остальное время года размеры семенников и яичников и их деятельность значительно сокращены. У птиц, например, вес семенников уменьшается в 500 раз. Связанные с сезонными состояниями физиологические процессы регулируются с помощью гипофизарных гормонов, продукция которых, в свою очередь, находится под контролем гипоталамической нейросекреторной системы.

В переднем гипоталамусе сконцентрированы группы клеток (супрахиазматические ядра), функционирование которых контролируется фотопериодом. Гормоны, выработка которых подчиняется фотопериодическому контролю, стимулируют возникновение брачного поведения. По прошествии времени, характерного для каждого вида, из оплодотворенной яйцеклетки развивается новый организм, и на свет появляется потомство. До наступления холодов оно должно настолько окрепнуть, чтобы могло перезимовать

Изменяющаяся в зависимости от времени года продолжительность дня регулирует не только процессы размножения. Значительная часть обитающих в средней полосе птиц, спасаясь от зимних холодов, отправляется на юг. Затраты энергии при перелете очень велики, времени на подкормку в пути остается мало, поэтому возникает необходимость в запасании энергии впрок – отложении толстого слоя подкожного жира. Этот процесс, так же как и время отправления в путь, контролируется фотопериодом.

# ВРЕМЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОРГАНИЗМА И ЕГО СИСТЕМ

В клетках и тканях непрерывно протекают процессы ассимиляции и диссимиляции, которые складываются из дискретных химических реакций. Каждая из этих реакций имеет свою временную характеристику. Все физиологические системы функционируют также дискретно: в виде замкнутых циклов (например, дыхание) или в виде последовательно протекающих этапов (например, пищеварение). При этом как циклы, так и этапы процессов имеют свои временные параметры. Так, для сердечно-сосудистой системы характерной временной мерой является сердечный цикл (в среднем 0,8 с), состоящий, в свою очередь из строго соотносящихся между собой фаз. Кровь протекает за единицу времени определенное расстояние по сосудам разного калибра с линейной и объемной скоростью, разной в различных отделах сосудистой системы. Скорость кругооборота крови, т. е. время, за которое частица крови пробегает большой и малый круг кровообращения, составляет около 23—24 секунд. Дыхание складывается из циклической смены вдоха и выдоха и, в целом, дает свой ритм — около 12 дыханий в минуту.

# Синхронизация работы различных систем.

Ритмическая активность разных физиологических систем синхронизирована между собой неодинаково. Например, тесно связаны между собой ритмы работы сердца и внешнего дыхания. Изменения частоты сердечных сокращений всегда однонаправлены с частотой вдоха и выдоха. Связь этих систем с пищеварением почти не выражена. Связь во времени секреции того или иного гормона не столь стабильна и бывает нередко опосредованной. В двигательном аппарате временные параметры изначально многообразны. Из каждого мотонейрона спинного мозга идут потоки импульсов к мышечным волокнам, включенным в данную двигательную единицу. В свою очередь, двигательные единицы каждой мышцы могут работать синхронно и асинхронно, вступать друг с другом в содружественные или антагонистические отношения.

Наблюдая волнообразные изменения уровня различных параметров крови, а также изменение таких интегративных показателей как температура тела, исследователи нашли закономерность: колебания различных гомеостатических констант зависят от времени суток, имеют закономерный повторяющийся характер. Выявлено было также, что показатели деятельности таких систем как сердечно-сосудистая, дыхательная, выделительная также претерпевают закономерные колебательные изменения. Т. о., собственные ритмы организма не являются самостоятельными и независимыми, а связаны с колебаниями внешней среды, главным образом, определяющимися сменой дня и ночи. Помимо этого были выявлены колебания с циклом, соответствующим месяцу, сезону года и т. д.



# ВНЕШНИЕ «ЗАДАВАТЕЛИ ВРЕМЕНИ»

Внешние условия, вызывающие те или иные закономерные колебания функций названы «задаватели времени», а сами эти колебания относятся к биоритмам.

Существует много различных классификаций биоритмов в зависимости от внешних задавателей времени. Наиболее распространенная классификация биоритмов принадлежит Ф. Халбергу, который выделяет следующие группы ритмов:

**1. Ритмы высокой частоты.** К ним относятся все колебания с длительностью цикла не более 0,5 часа.

**2. Ритмы средней частоты:**

- ультраданный (ультрадианный) - с длительностью от 0,5 до 20 часов;
- циркадный (циркадианный) - с длительностью от 20 до 28 часов;
- инфраданный (инфрадианный) - с длительностью от 28 часов до 6 дней.

**3. Ритмы низкой частоты:**

- циркавижинтанный (с 20-дневной длительностью);
- циркатригинтанный (соответствует лунному месяцу — около 30 дней),  
цирканнуальный (годовой).

## **Механизмы взаимодействия различных систем организма с внешними факторами – «задавателями времени».**

**1 теория-наличие единых биологических часов.** Эта теория касается, главным образом, восприятия смены света и темноты и трансформации этих явлений в эндогенные биоритмы. Естественно, что воспринимающим прибором здесь является глаз. Далее, импульсы, в которых закодирована информация о степени освещенности, распространяются по зрительным нервам и по отдельным его волокнам достигают супрахиазматического ядра гипоталамуса и эпифиза, который вовлечен в механизм восприятия изменений освещенности. Эпифиз секретирует гормон мелатонин, а последний принимает участие в управлении уровнем половых гормонов, а также кортикоидов, обладающих четко выраженной суточной периодикой, и, возможно, антагонистически взаимодействует с меланоцитстимулирующим гормоном гипофиза. В результате вовлечения этих систем происходят изменения в деятельности вегетативных органов, как через вегетативную нервную систему, которая контролируется рядом ядер гипоталамуса, так и через систему желез внутренней секреции под контролем гипофиза.

## **Механизмы взаимодействия различных систем организма с внешними факторами – «задавателями времени».**

### **2 теория-полиосцилляторной временной структуры организма.**

Одним из звеньев, связывающих внешние датчики времени и внутренние «биологические часы», может являться вода. Вода входит во все клетки организма и ткани как необходимая составная их часть и служит основой всех жидких сред. Показано, что состояние молекул внутриорганизменной воды подвержено влияниям различных геофизических и гелиофизических факторов, в зависимости от которых изменяется структура молекулярных коопераций, приобретающих при этом различные биофизические свойства. От изменчивости свойств тканей - в межклеточном веществе и внутри клеток - может зависеть скорость течения и характер ферментативных процессов, метаболизма, проницаемости мембран.

# Биологические ритмы в различных климатогеографических условиях

**Высокогорье.** В условиях высокогорья околосуточные ритмы гемодинамики, дыхания, газообмена зависят от метеофакторов и изменяются прямо пропорционально изменениям температуры воздуха и скорости ветра и обратно пропорционально изменениям атмосферного давления и относительной влажности воздуха.

- **Высокие широты.** Специфические свойства полярного климата и особенности среды определяют особенности биоритмов у жителей:
  - В период полярной ночи отсутствуют достоверные циркадианные колебания потребления кислорода.
  - У жителей Крайнего Севера и у полярников в период полярной ночи (зимой) наблюдают снижение амплитуды суточного ритма температуры тела и смещение акрофазы (максимальное значение колеблющейся величины) на вечерние часы, а весной и летом - на дневные и утренние часы.
- **Аридная зона.** При адаптации человека к пустыне ритмические колебания условий окружающей среды приводят к синхронизации ритмики функционального состояния организма с этими колебаниями. Таким путём достигается частичная оптимизация деятельности компенсаторных механизмов в экстремальных условиях среды. Например, акрофаза ритма средневзвешенной температуры кожи приходится на 16 ч 30 мин, что практически совпадает с максимумом температуры воздуха, температура тела достигает максимума в 21 ч, коррелируя с максимумом теплообразования.



## Биоритмы имеют внутреннюю и внешнюю регуляцию

? **Внутренняя регуляция биоритмов** определяется функционированием биологических часов. Для объяснения предложены гипотезы:

? 1. «**Хрон-гипотеза**». К. Д. Ере и Е. Тракко.

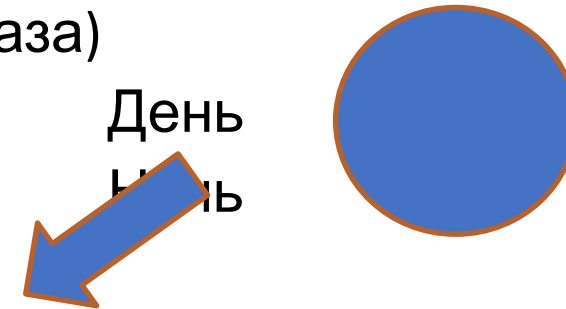
Механизм околосоточных ритмов связан с определенным участком ДНК.

? 2. «**Мембранная теория**». Цикличность регулируется состоянием липидно-белковых мембран и их проницаемостью для ионов калия, которая периодически меняется. Мембраны клетки, обладая рецепторными свойствами, контролируют биоритмы, связанные с фотопериодизмом и действием температурных факторов.

? 3. «**Мультиосцилляторная модель**». У человека обнаружено более 300 ритмически меняющихся с периодом около 24 часа физиологических функций.

Мультиосцилляторный принцип организации повышает адаптивную пластичность организма, позволяя эффективно приспособливаться к различным по временной организации условиям среды.

? **Первый уровень.** Активация регуляторной деятельности эпифиза запускается сменой дня и ночи (входным «рецептором» являются в том числе и глаза)



? Триптофан (синтезируется в **эпифизе**)

?

↓  
Серотонин (в светлое время суток)

?

↓  
Мелатонин (в темное время суток)

?



? Мелатонин продуцируется также сетчаткой, цилиарным телом глаза, органами ЖКТ. Гормон мелатонин доносит информацию от СХЯ (супрахиазматического ядра) до органов и клеток

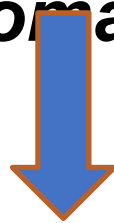
? **Второй уровень  
тело**

**субкомиссуральное**



? **Супраоптическая часть  
эпифиз**

**гипоталамуса.**



**биоритмы**

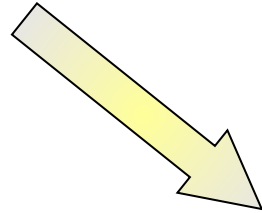
**Разрушение супраоптической части  
гипоталамуса ведет к нарушению  
биоритмов.**



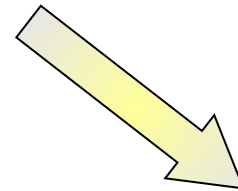
# уровни регуляции биоритмов

---

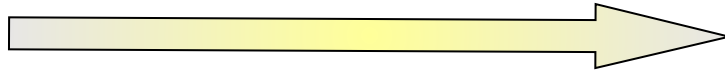
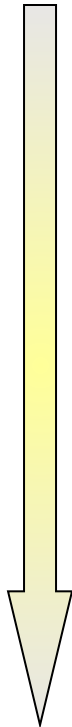
нейрогенный



эндокринный



внутриклеточный



**Спасибо за внимание!**

