

# Биологические ритмы

- **Биоритмы** греч. bios – жизнь и rhytmos – размерность, ритм циклические процессы в биологических системах.
- Колебания смены и интенсивности процессов и физиологических реакций. В их основе лежат изменения метаболизма биологических систем, обусловленные влиянием внешних и внутренних факторов.
- **Биологический ритм** - это колебательный процесс, приводящий к воспроизведению биологического явления или состояния биологической системы через примерно равные промежутки времени.

**Факторы, которые влияют на ритмичность процессов, происходящих в живом организме, получили определение «синхронизаторы», или «датчики времени».**

**К внешним факторам относятся:**

- изменение освещенности (фотопериодизм), температуры (термопериодизм);
- магнитного поля;
- интенсивности космических излучений;
- приливы и отливы;
- сезонные и солнечно-лунные влияния;
- социальные влияния, характерные для человека.

**К внутренним факторам** относятся нейрогуморальные процессы, протекающие в определенном, наследственно закрепленном темпе и ритме.

# По природе

- **Экзогенные** (реакция на периодические изменения среды)-*ритмы, формирующиеся под влиянием внешних синхронизаторов, т. е. факторов внешней среды*
- **Эндогенные** (генерируются самим организмом)-*ритмы, независимые от внешних синхронизаторов*

Для большинства биоритмов характерна эндогенность генерирования, малая изменчивость установившейся длительности циклов на протяжении онтогенеза.

# Биологические ритмы

Периодичность – фундаментальное свойство живого!

## Природные ритмы

### Эндогенные

#### Физиологические ритмы:

- деление клеток
- сокращение мышц
- биение сердца
- дыхание
- нервные импульсы

### Экзогенные

Вращение Земли и Луны

#### Периодические изменения:

- температуры
- светового режима
- давления
- влажности воздуха,
- электромагнитного поля
- приливы и отливы

**Адаптивные биологические ритмы**

## Основными параметрами биоритмов являются такие показатели:

- **Период**- время между двумя одноименными точками в волнообразно изменяющемся процессе.
- **Акрофаза** - точка времени в периоде, когда отмечается максимальное значение исследуемого параметра.
- **Мезор**- уровень среднего значения показателей изучаемого процесса.
- **Амплитуда**- величина отклонения исследуемого показателя в обе стороны от средней.
- **Фаза колебания** - характеризует состояние колебательного процесса в момент времени; измеряется в долях периода, а в случае синусоидальных колебаний — в угловых и дуговых единицах.

- Ю. Ашофф еще в 1984 г. классифицировал биологические ритмы по следующим параметрам: 1) по их собственным характеристикам, таким как период (минутные, суточные, недельные, месячные, сезонные, годовые, многолетние и т.д.);
- 2) по их биологической системе (ритмы отдельной особи, популяции);
- 3) по роду процесса, порождающего ритм (экзогенные, эндогенные);
- 4) по функции, которую выполняет ритм (ритмы сна, ритмы размножения и т.д.).

### **Правило Ашоффа (Юрген Ашофф, 1959)**

- У ночных животных период бодрствования более продолжителен при постоянном освещении.
- У дневных животных период бодрствования более продолжителен при постоянной темноте.

## ПО ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПЕРИОДА

- а. *Околосекундные (с периодом около 1-й секунды).*
- б. *Циркадианные (циркадные, суточные) (с периодом от 20-х до 28-и часов).* Эти биоритмы называют еще околосуточными.
- в. *Приливные - период 12,4 иди 24,8 ч*
- г. *Лунно-месячные - период 29,4 сут*
- д. *Цирканые (сезонные - с периодом 2- 4 месяца).*
- е. *Окологодичные (цирканнуальные (цирканые, окологодные) – (период 10-13 мес, 1 год  $\pm$  1 месяц).*
- ж. *Многолетние (с периодом около 4, 11, 100 лет).*

# Адаптивные биологические ритмы

Абиотические ритмы



Изменение биологической активности



Закрепление в генотипе



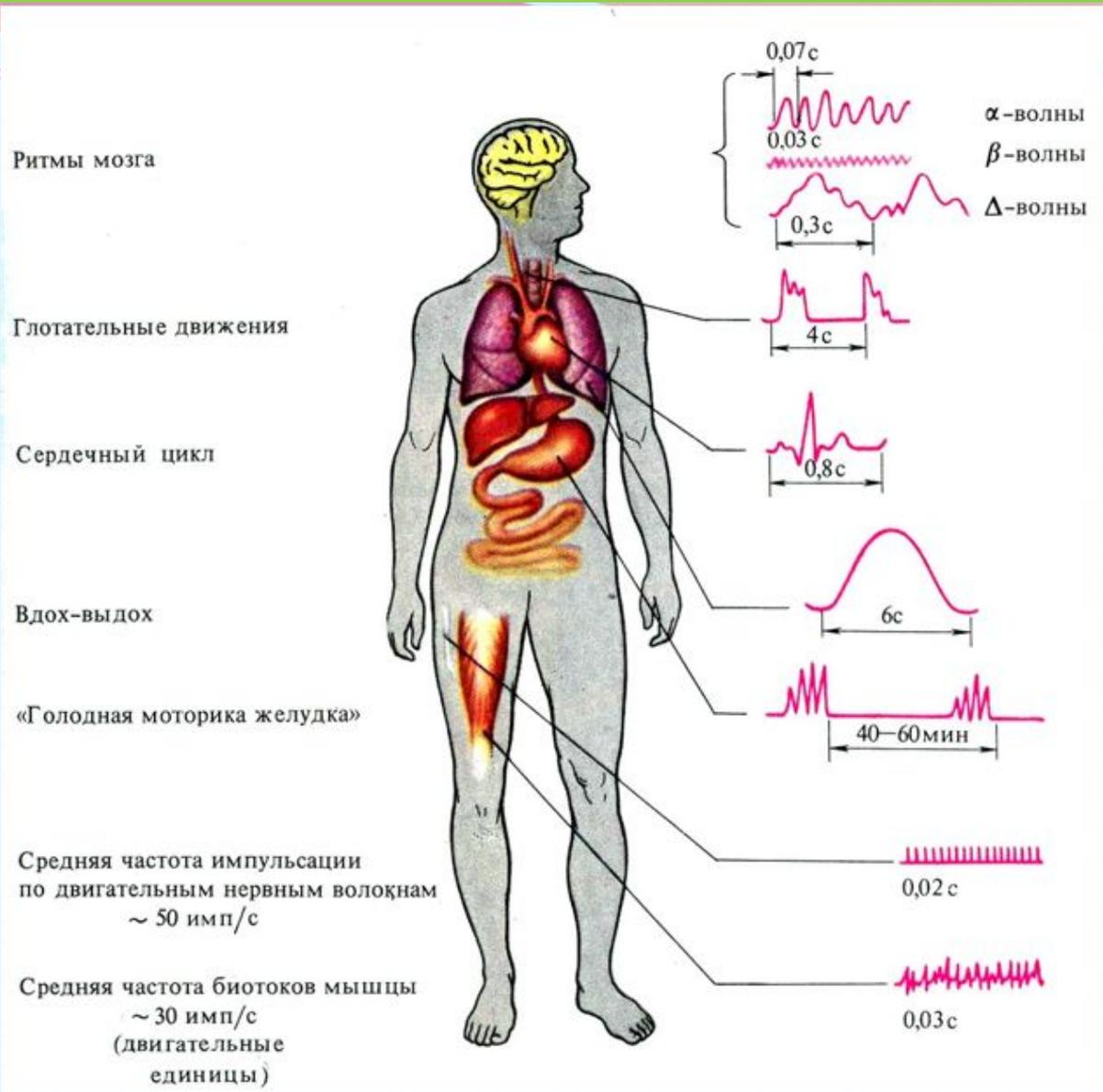
Адаптивные ритмы



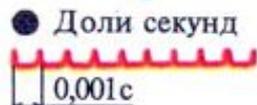
Суточные

Приливно-отливные

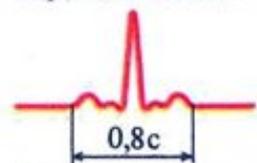
Годичные



Средняя длительность некоторых ритмических процессов организма человека



Импульсы нервной клетки



Сердечный цикл

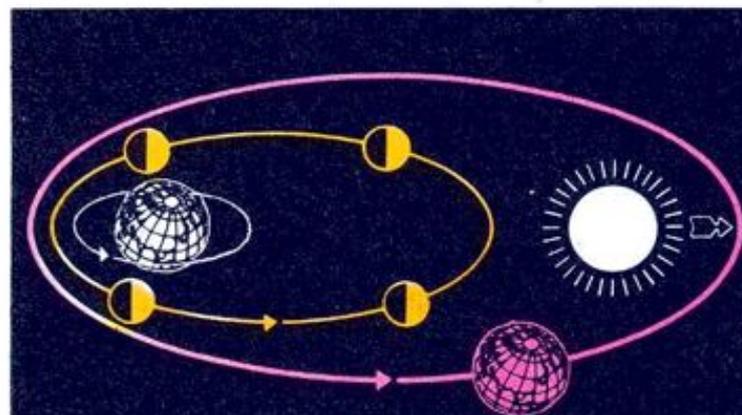


Дыхание



Голодная перистальтика желудка

А



Суточные (циркадные)

День Ночь

Сутки

Лунные (селенические)

Менструальный цикл

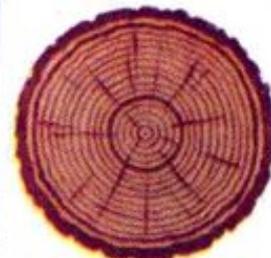
28 дней

Годичные (цирканные)

Рождение потомства

1 год

Многолетние (гелеобиологические, 11-летние)



Среди годовичных колец каждое 11-ое шире

Б

- **Биологические ритмы, совпадающие по кратности с геофизические ритмами, называются *адаптивными (экологическими)***. К ним относят суточные, приливные, лунные и сезонные ритмы.
- В биологии адаптивные ритмы рассматриваются с позиций общей адаптации организмов к среде обитания, а в физиологии — с точки зрения выявления внутренних механизмов такой адаптации и изучения динамики функционального состояния организмов на протяжении длительного периода времени.
- ***Физиологические ритмы***- циклические колебания в различных системах организма. Ритмические процессы взаимодействуют друг с другом и с внешней средой.

# Суточные ритмы

*Циркадные ритмы* – суточные эндогенные ритмы  
(circa – около, dies – сутки)

Сон – бодрствование: физиологическая перестройка организма

Ночь



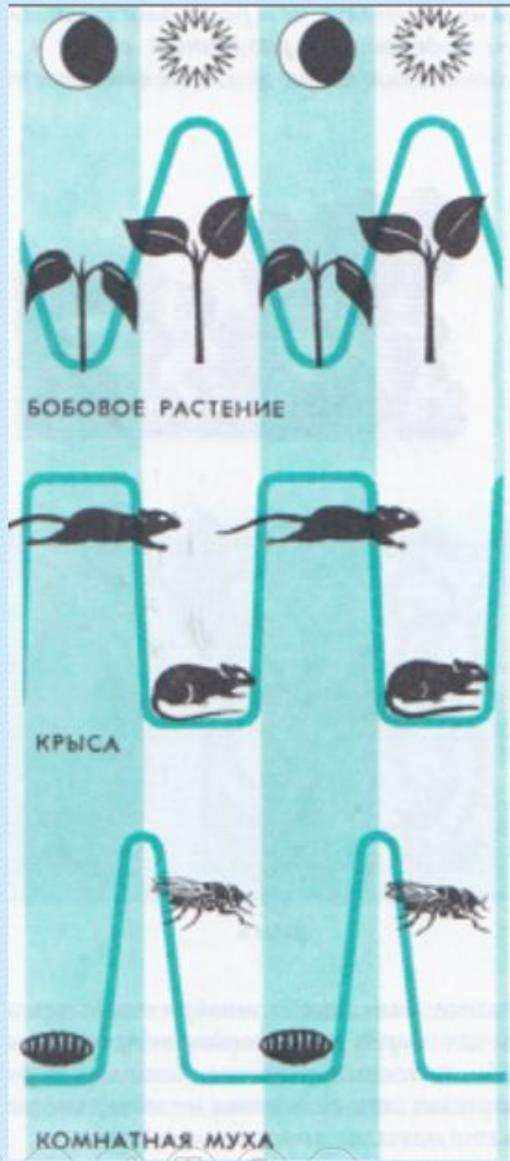
Гомойотермные:  $t^{\circ}$  тела  $\approx$   $t^{\circ}$  среды  
активный хищник

День



Пойкилотермные:  $t^{\circ}$  тела  $\approx$   $t^{\circ}$  среды  
оцепенение

Летучие  
мыши



*Листья бобовых, на ночь сникают, а днем снова расправляются.*

*График активности крысы состоит из последовательно чередующихся прямоугольных ям (день — крыса спит) и плато (ночь — крыса бодрствует).*

*Комнатные мухи, как правило, вылупляются из куколок утром. Эта адаптация имеет столь глубокие корни, что даже в условиях постоянных освещенности, температуры и влажности мухи сохраняют свойственную им периодичность поведения.*

# Годичные ритмы

Сезонные изменения – один из наиболее универсальных ритмов

## Растения

- интенсивность фотосинтеза
- размножение однолетников
- листопад
- состав экссудатов

## Животные

- запасание жира
- спячка
- сезонные линьки
- миграции

## Годичные ритмы

### Экзогенные

- прорастаемость семян

### Эндогенные

(цирканные)

- размножение животных

# Регуляция биоритмов



# Регуляция биоритмов

Эпифиз (шишковидное тело)

(промежуточный мозг, эпиталамус)

```
graph TD; A[Эпифиз (шишковидное тело)  
(промежуточный мозг, эпиталамус)] --> B[Мелатонин]; B --> C[Температурный режим  
(снижение t°)]; B --> D[Чередование фаз сна];
```

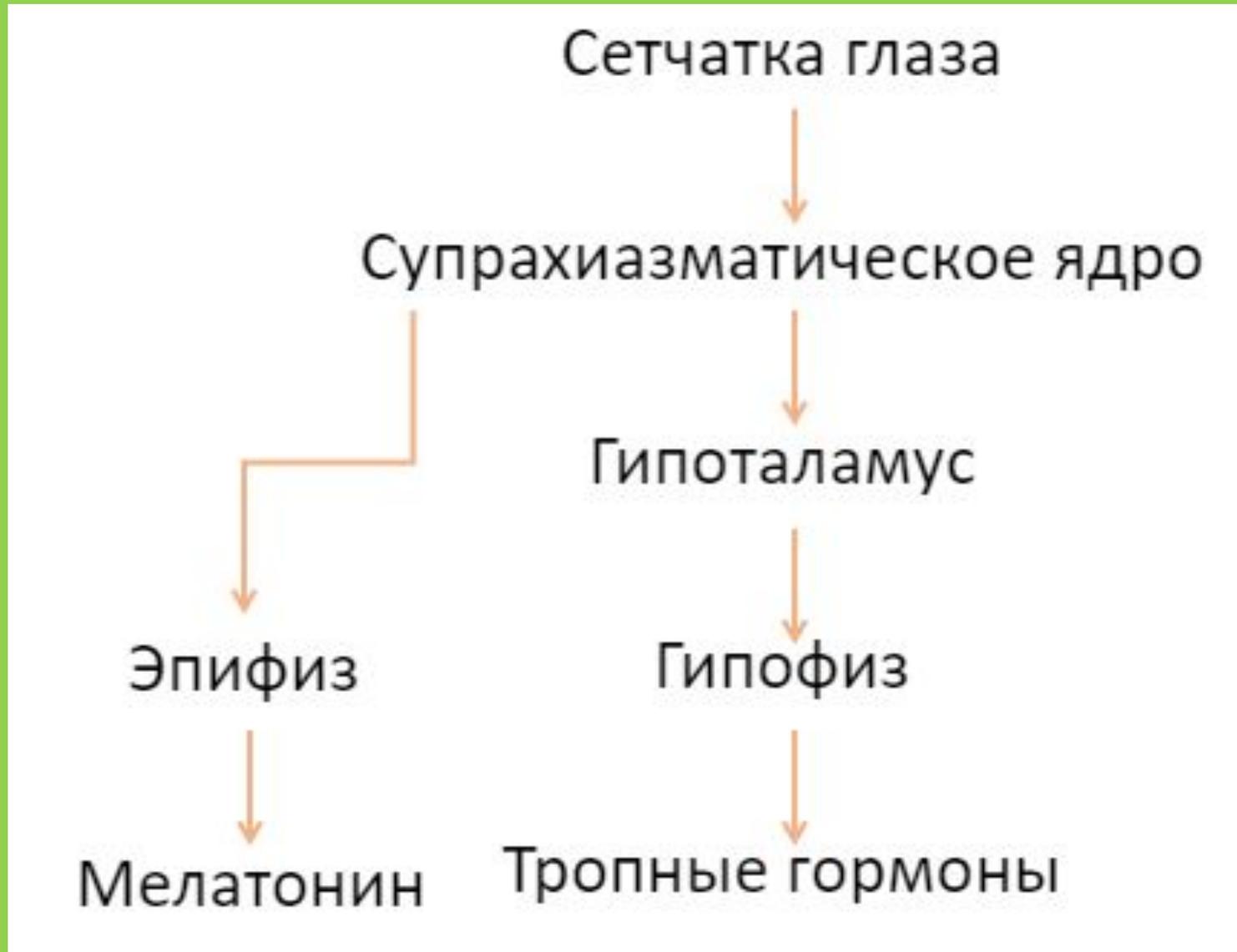
**Мелатонин**

Температурный режим (снижение  $t^{\circ}$ )

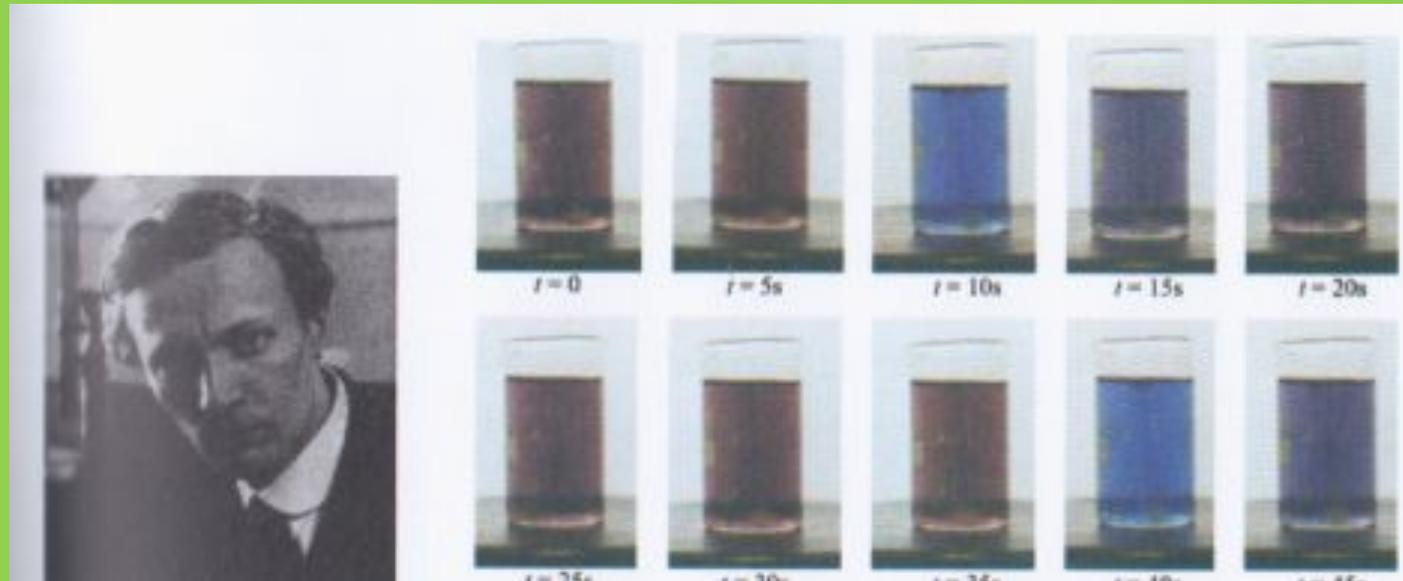
Чередование фаз сна

# Регуляция биоритмов

- **Супрахиазматическое ядро** (от лат. «super» – над, от греч. «chiasmus» – перекрест (зрительных нервов))



# О ХИМИКЕ БЕЛОУСОВЕ И ЕГО ЧАСАХ

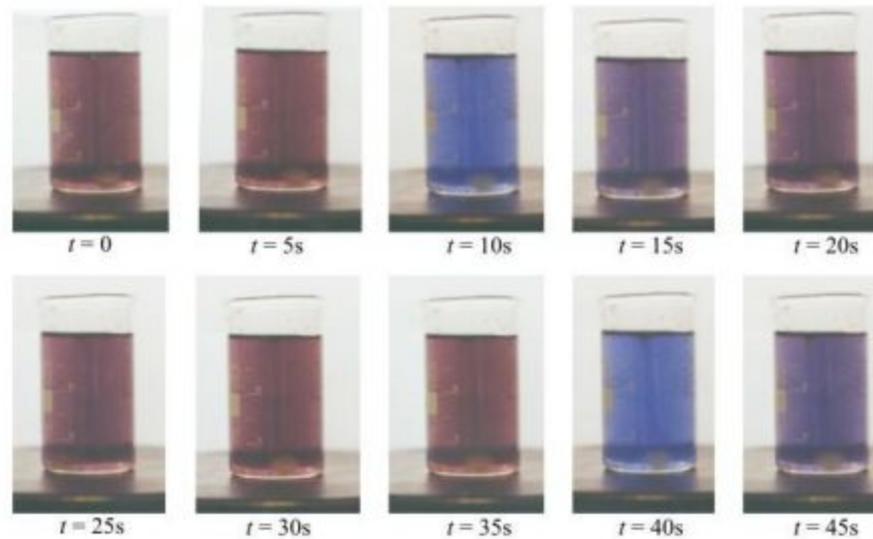


Б.П. Белоусов открыл первую колебательную химическую реакцию. Справа: так меняет свой цвет стакан с «химическими часами» Белоусова в течение 45 секунд.



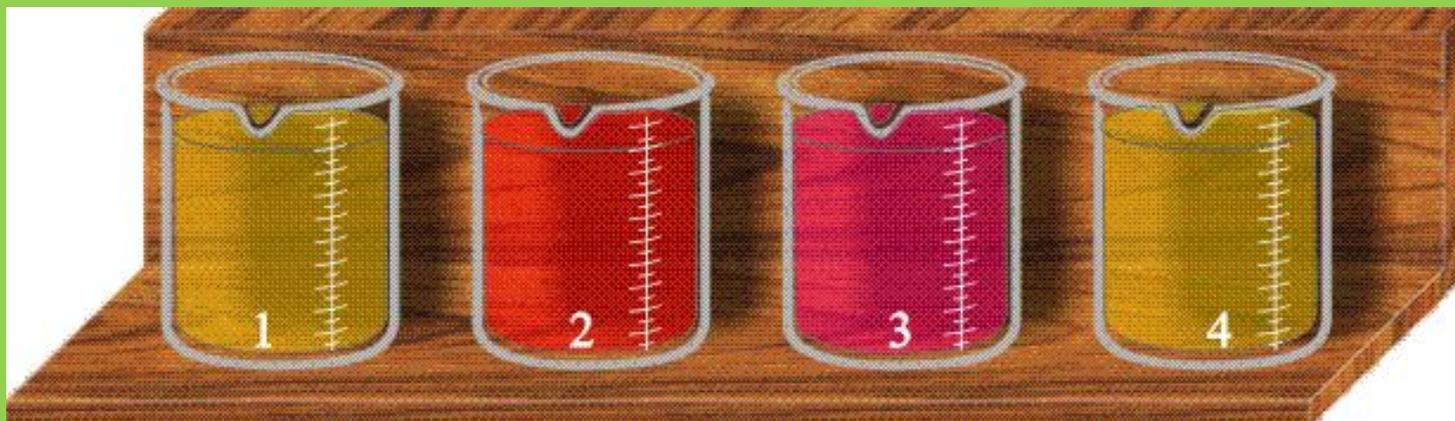
Полосы на шкуре тигра вызваны близкими к реакции Белоусова-Жаботинского колебательными биохимическими реакциями с диффузией, существование которых предположил английский математик Алан Тьюринг (фотография тигра сделана Джоном и Карен Холлингсвортами).

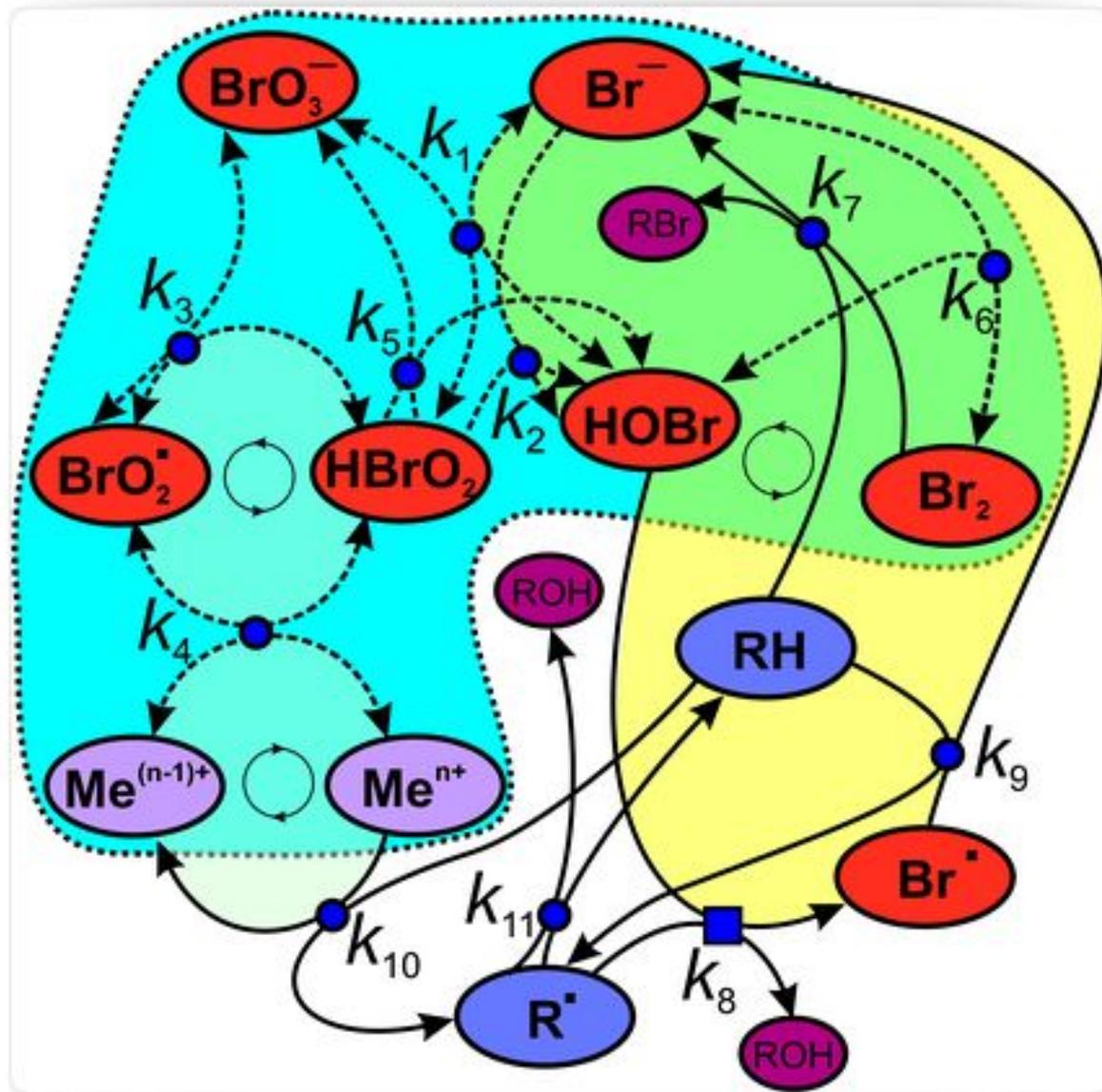
Тигру до колебательных реакций никакого дела нет,



Изменение цвета реакционной смеси в реакции Белоусова —  
Жаботинского с ферроином

В показанной системе (пробирке) колебания быстро затухают.





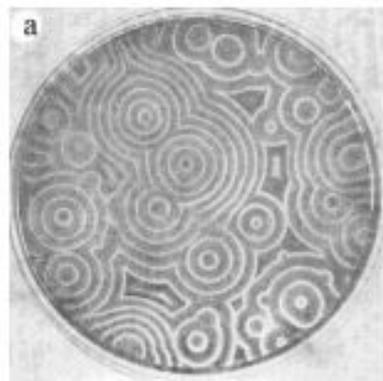
Графическая схема механизма реакции Белоусова-Жаботинского

## Реакция Белоусова-Жаботинского в неоднородной системе.

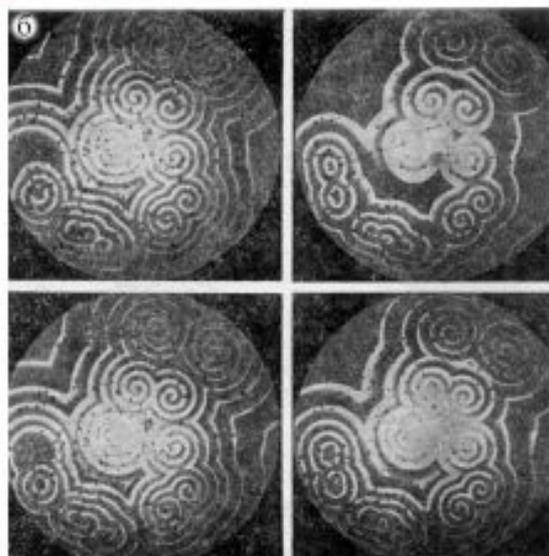
### Химические автоволны.

Если реакция БЖ протекает без перемешивания, то это приводит к развитию *пространственных неоднородностей*.

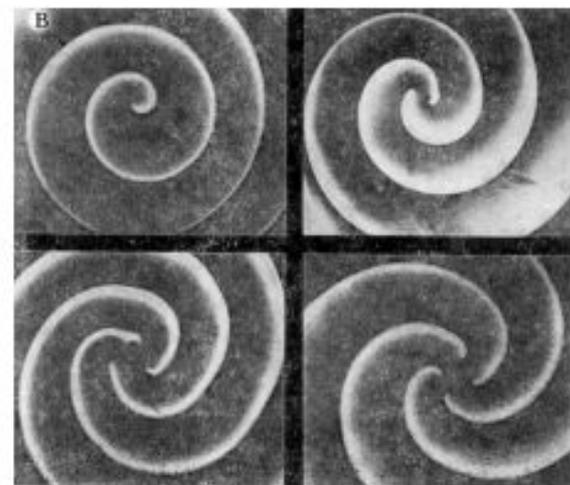
• Для постановки эксперимента достаточно в чашку Петри, тонким слоем налить реагенты. При этом на поверхности этого слоя можно наблюдать регулярные пространственно-временные картины *в виде распространяющихся волновых фронтов*.



**кольцевые фронты**



**спиральные фронты**



**многозаходные спирали**

Задания для самостоятельной работы по  
учебнику Н.М. ЧЕРНОВА А.М. БЫЛОВА  
«ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ»

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Все ли биологические ритмы являются адаптивными (в экологическом смысле)? Почему их так называют?
2. Перечислите адаптивные ритмы в порядке увеличения их периода.
3. Почему правильнее говорить не «суточные», а циркадные (то есть околосоточные) ритмы?
4. Для каких животных характерна дневная активность? ночная? Чем обусловлен полифазный ритм?
5. В каких случаях обычно наблюдается десинхронизация ритмов у человека?
6. Каким образом организмы чувствуют время?
7. В чем проявляются приливо-отливные ритмы?
8. Что такое синодический ритм? Какие функции организма с ним связаны?
9. Может ли годичный ритм проявляться в ряду поколений?
10. Насколько широко распространена фотопериодическая реакция?
11. Что такое длиннодневная и короткодневная фотопериодическая реакция? Приведите примеры.
12. Что изучает фенология?
13. Где живут более чувствительные к фотопериоду виды: в низких или высоких широтах?
14. У каких организмов и почему отсутствуют суточные ритмы? Сезонные ритмы?

## **ТЕРМИНЫ ПО ТЕМЕ «БИОРИТМЫ»**

### **1. Внутренние циклы**

**Полифазный ритм (суточный)**

**Фенология**

**Внешние ритмы**

**Однофазный цикл (суточный)**

**Биоклиматический закон Хопкинса**

**Циркадные ритмы**

**Цикломорфоз**

**Длиннодневный тип  
фотопериодической реакции**

**Фотопериодизм**

**Сизигийные приливы**

**Сезонные ритмы**

**Цирканые ритмы**

**Двухфазный цикл (суточный)**

**Эндогенные ритмы**

**Адаптивные биологические ритмы**

**Суточные ритмы**

**Критическая длина дня**

**Синодические ритмы**

**Биологические часы**

**Короткодневный тип  
фотопериодической реакции**

**Годичные ритмы**

**Фотопериод**

**Приливно-отливные ритмы**