

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. *Цирканные (сезонные - с периодом 2- 4 месяца).*
- е. *Окологодичные (цирканнуальные (цирканные, 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



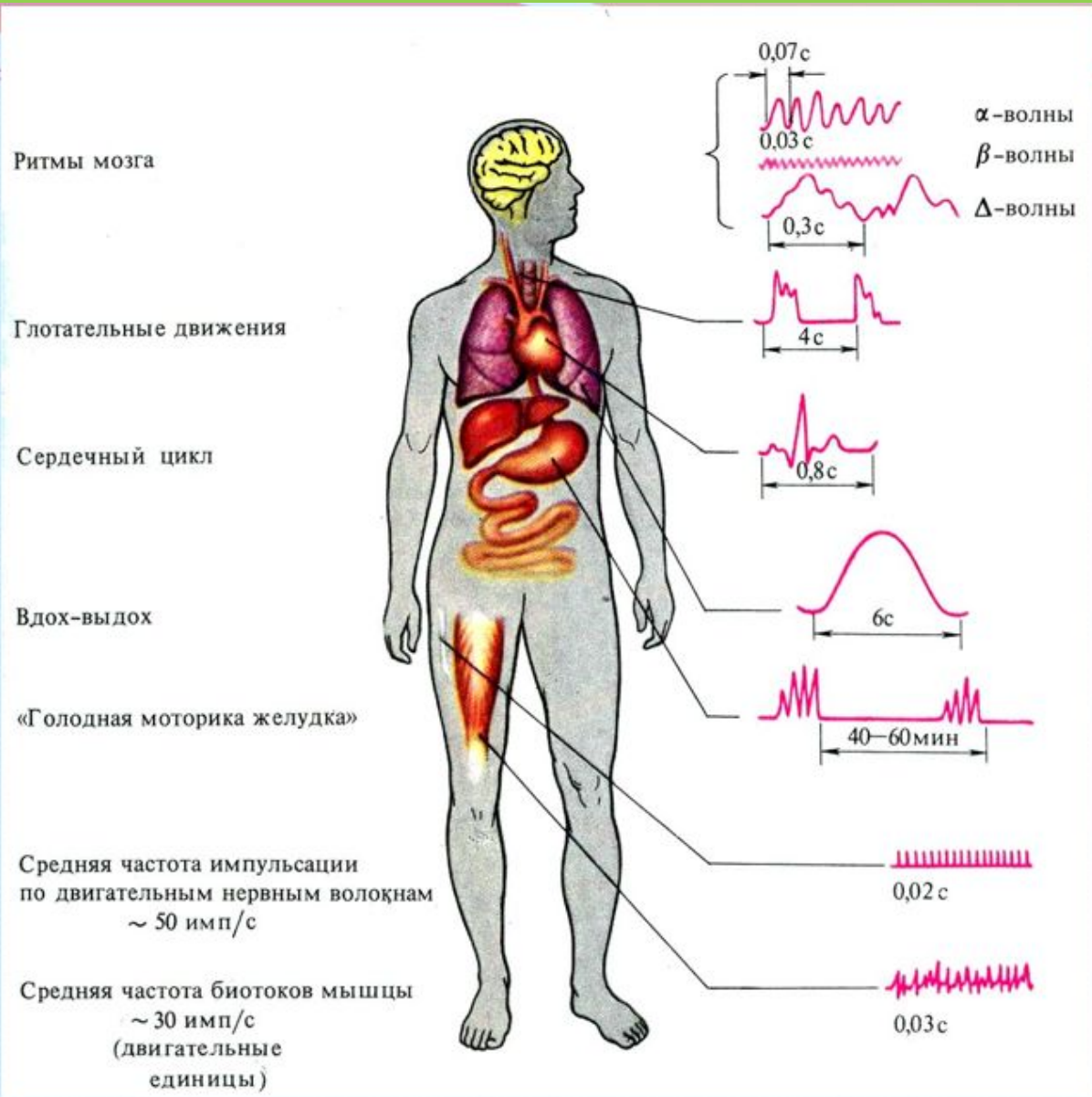
Адаптивные ритмы



Суточные

Приливно-отливные

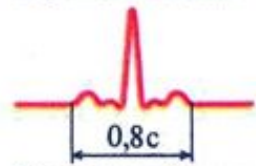
Годичные



Средняя длительность некоторых ритмических процессов организма человека

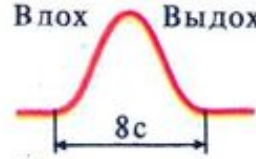
● Доли секунд
0,001с

Импульсы
нервной клетки



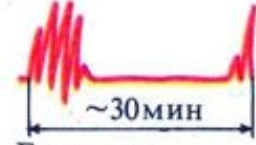
Сердечный цикл

● Секунды
Вдох Выдох



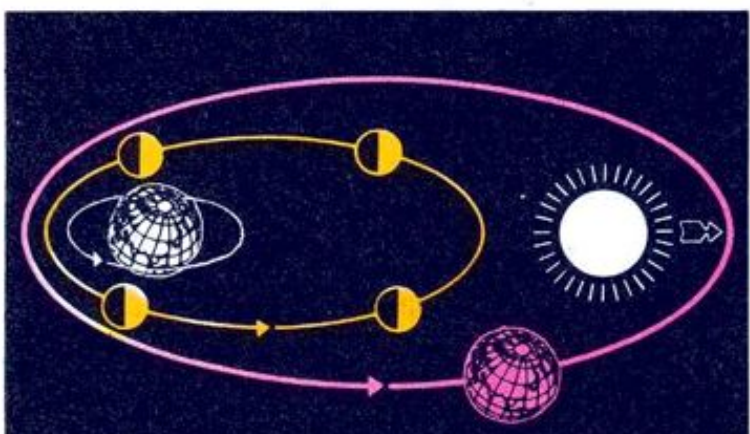
Дыхание

● Минуты



Голодная
перистальтика
желудка

А



Многолетние
(геобриологи-
ческие, 11-летние)



Среди
годовых колец
каждое
11-ое шире

Суточные
(циркадные)

День Ночь

Сутки

Лунные
(селе-
нические)

Менстру-
альный
цикл

28 дней

Годичные
(циркадные)

Рождение
потомства

1 год

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° тела \approx t° среды
активный хищник

День



Пойкилотермные: t° тела \approx t° 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];
```

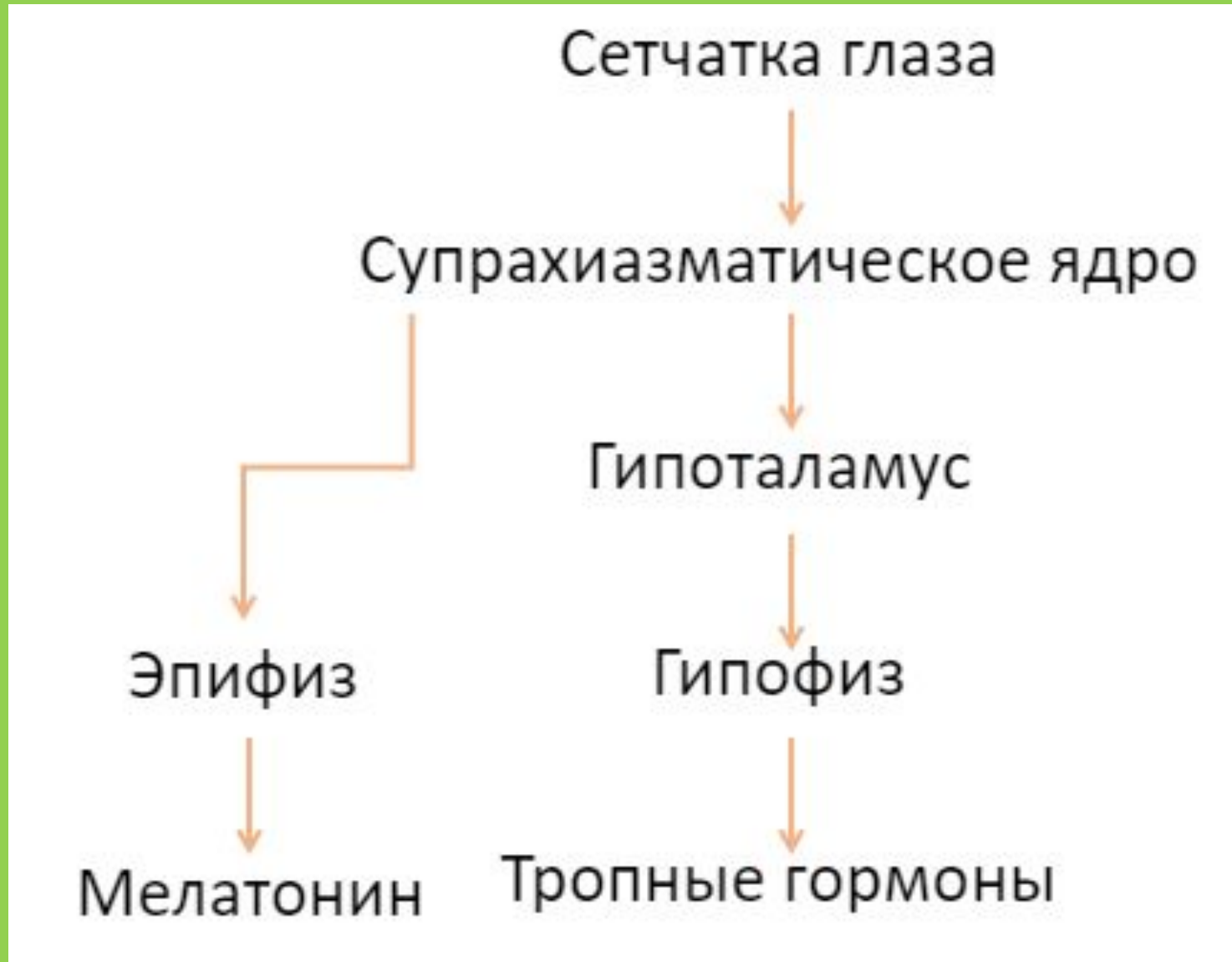
Мелатонин

Температурный режим (снижение t°)

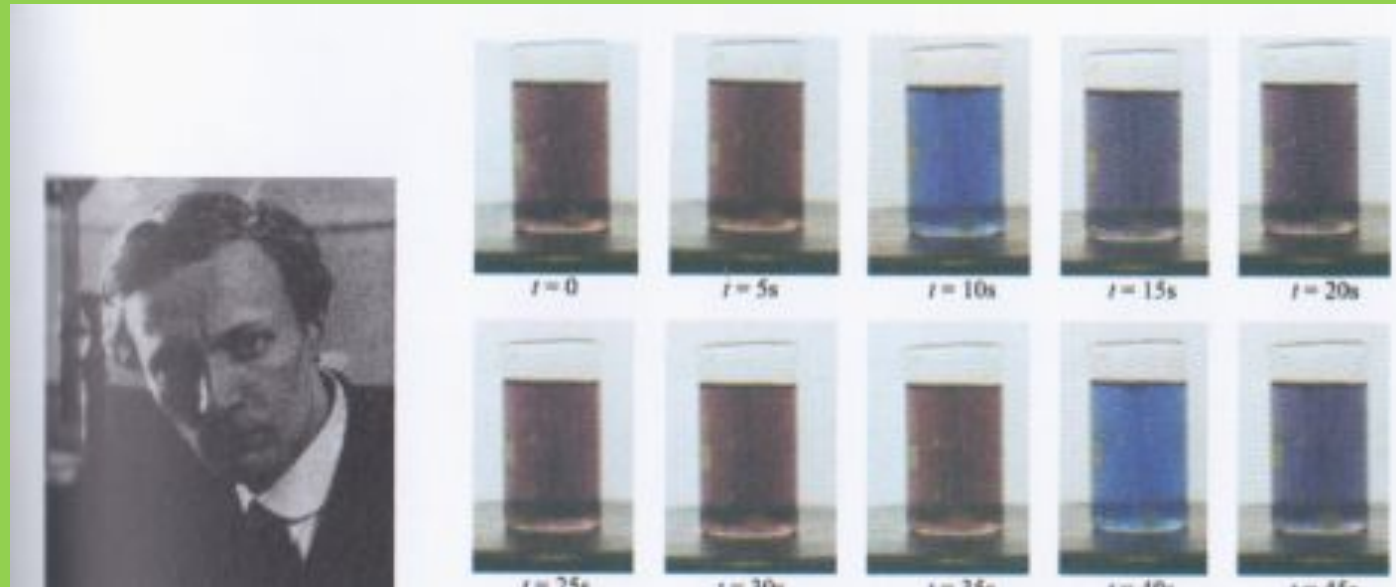
Чередование фаз сна

Регуляция биоритмов

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



О ХИМИКЕ БЕЛОУСОВЕ И ЕГО ЧАСАХ

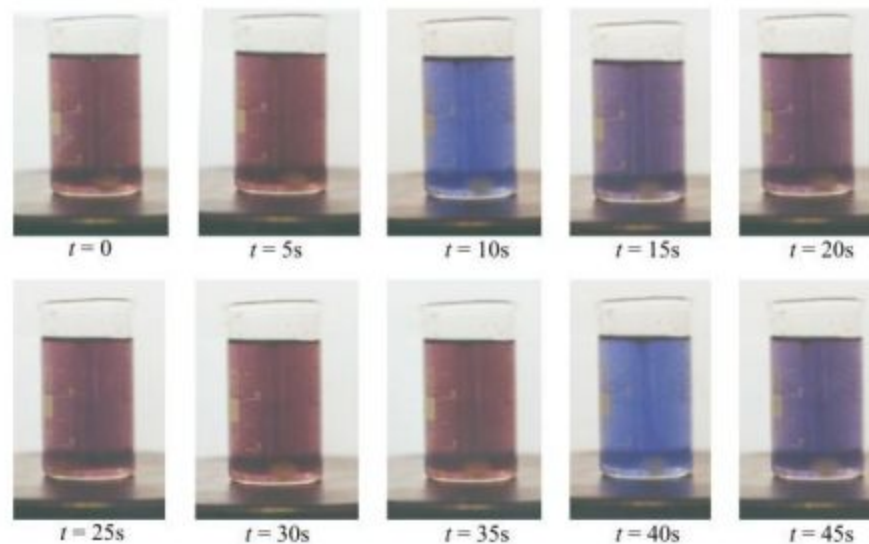


Б.П. Белоусов открыл первую колебательную химическую реакцию. Справа: так меняет свой цвет стакан с «химическими часами» Белоусова в течение 45 секунд.



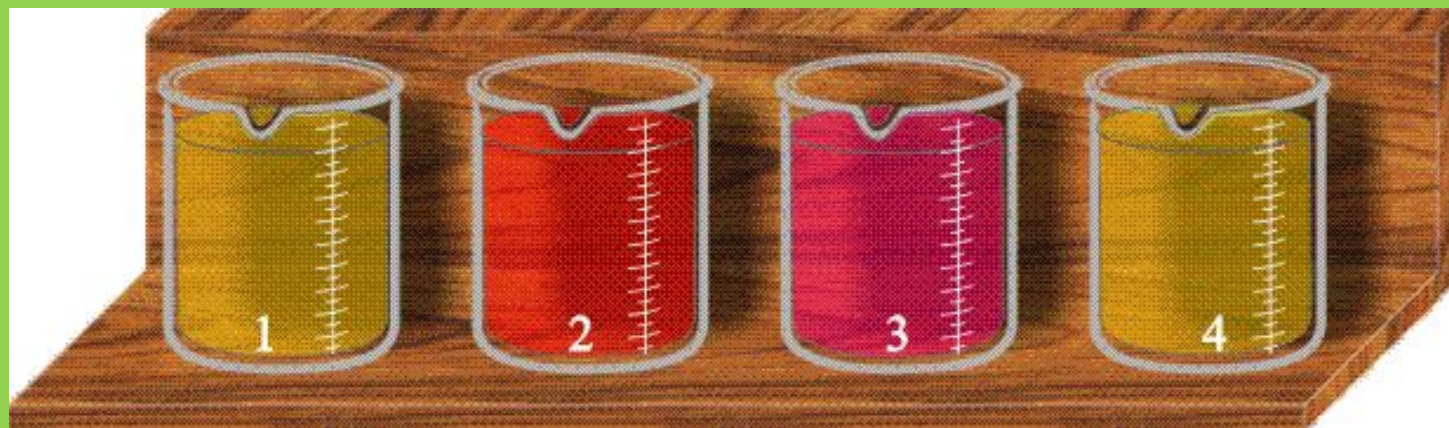
Полосы на шкуре тигра вызваны близкими к реакции Белоусова-Жаботинского колебательными биохимическими реакциями с диффузией, существование которых предположил английский математик Алан Тьюринг (фотография тигра сделана Джоном и Карен Холлингсвортами).

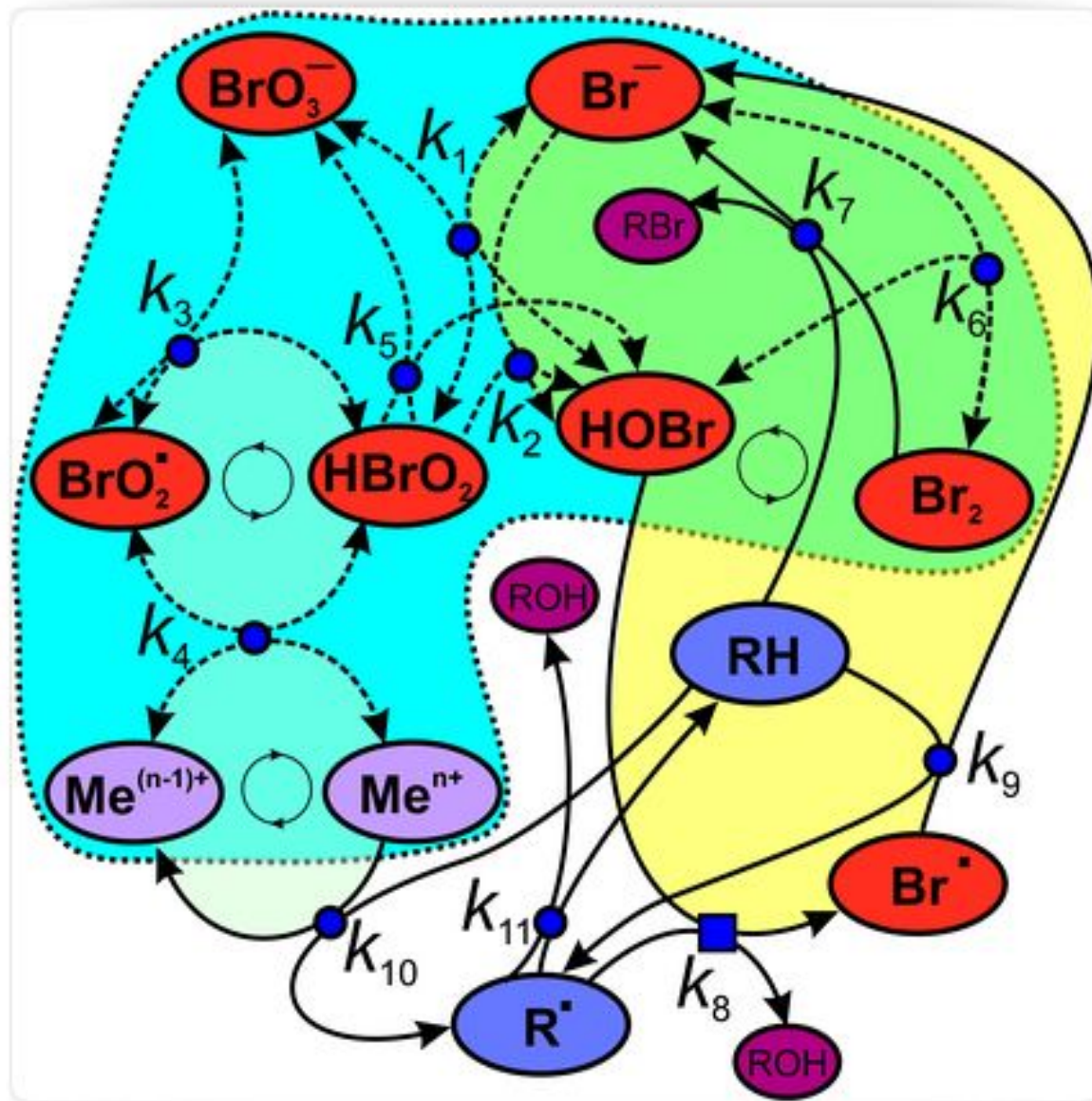
Тигру до колебательных реакций никакого дела нет,



Изменение цвета реакционной смеси в реакции Белоусова —
Жаботинского с ферроином

В показанной системе (пробирке) колебания быстро затухают.





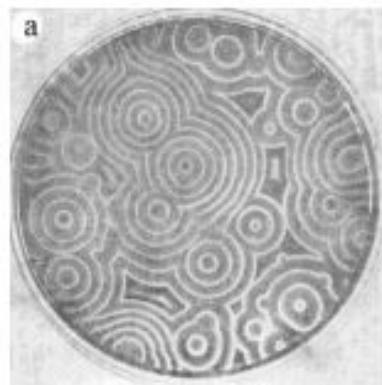
Графическая схема механизма реакции Белоусова-Жаботинского

Реакция Белоусова-Жаботинского в неоднородной системе.

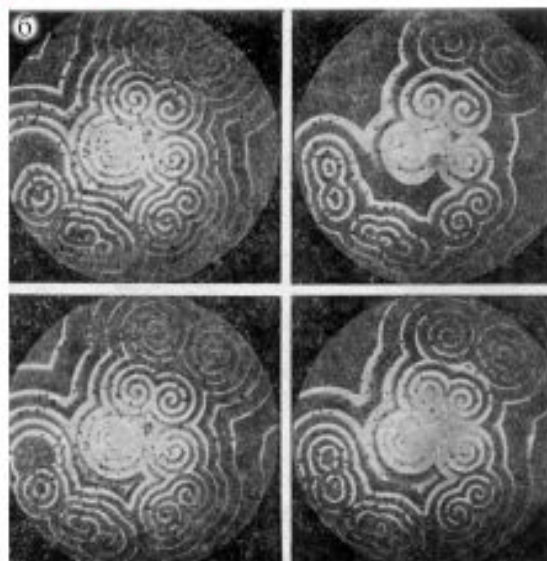
Химические автоволны.

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

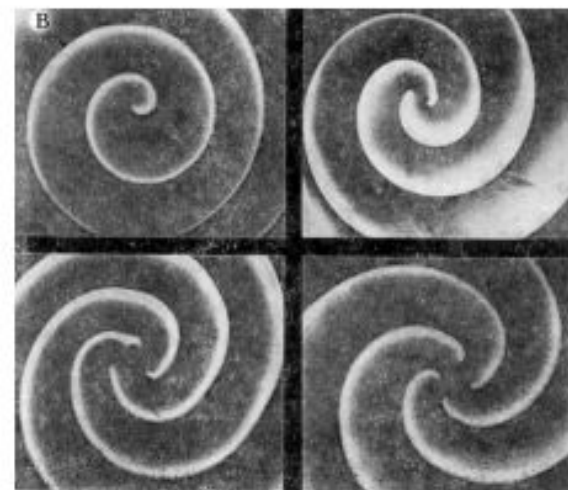
• Для постановки эксперимента достаточно в чашку Петри, тонким слоем налить реагенты. При этом на поверхности этого слоя можно наблюдать регулярные пространственно-временные картины *в виде распространяющихся волновых фронтов*.



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