

**ЗАДАНИЯ**  
**практического тура заключительного этапа XXXIII Всероссийской**  
**олимпиады школьников по биологии. 2016-17 уч. год. 10 класс**  
**г. Ульяновск**

**АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА.**

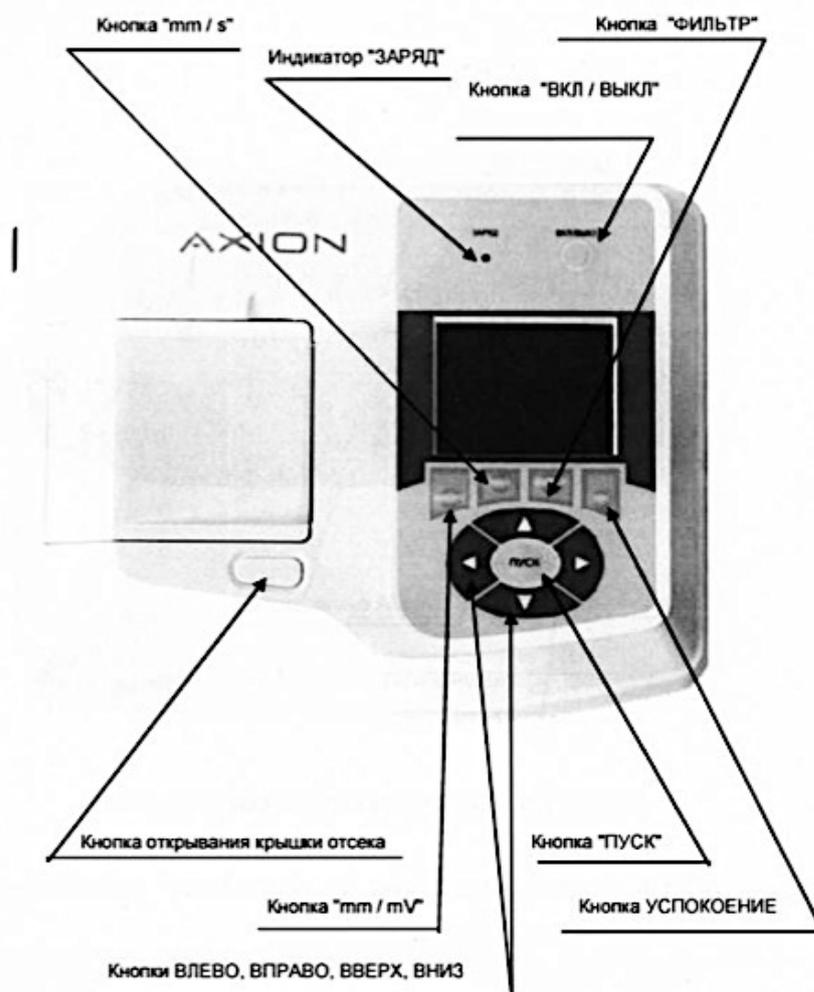
ВНИМАНИЕ! Обращаем внимание на строгое соблюдение временного регламента выполнения заданий.

**Часть А**

*Время выполнения – 25 минут*

В современной медицине одним из классических и при этом важнейших методов диагностики заболеваний сердца является электрокардиография (ЭКГ) – метод, отражающий электрические процессы, происходящие в сердце.

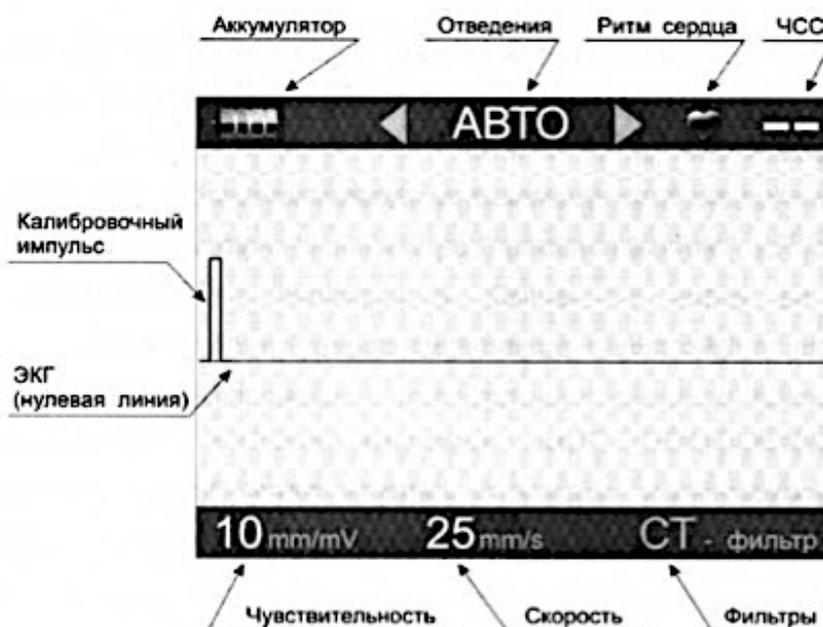
Вам необходимо зарегистрировать ЭКГ в трёх стандартных отведениях (I, II, III) у испытуемого с использованием одноканального электрокардиографа. Ниже представлен рисунок предлагаемой Вам модели электрокардиографа.



Следуйте нижеприведённой инструкции.

1. Наложите электроды на правую руку испытуемого (красная маркировка), левую руку (жёлтая маркировка), на левую ногу (зелёная маркировка). Четвёртый электрод (чёрная маркировка) устанавливается на правую ногу для подключения заземляющего провода. Предварительно кожу испытуемого в местах наложения электродов следует смазать при помощи шпателя небольшим количеством специального геля.

2. Включите электрокардиограф, кратковременно нажав кнопку «ВКЛ/ВЫКЛ». На дисплее установится следующее изображение:



3. Установите скорость записи ленты, равную 25 мм/с.

4. Включите фильтры С и Т.

5. Нажимая кнопку «ВПРАВО», установите отведение «I».

6. Нажмите кнопку «ПУСК» для регистрации ЭКГ. Через 3 секунды нажмите кнопку «ВПРАВО» для установки отведения «II» (электрокардиограф автоматически начнёт регистрировать ЭКГ во II отведении). Еще через 3 секунды снова нажмите кнопку «ВПРАВО», установив отведение «III». Спустя 3 секунды, остановите запись ленты ЭКГ нажатием кнопки «ПУСК».

7. Снимите электроды с испытуемого, оторвите полученную ленту с записью ЭКГ. Поднимите руку. Член жюри прикрепит её к Вашей матрице ответов.

### Задание 1.

Посчитайте частоту сердечных сокращений (ЧСС) у испытуемого, используя полученную Вами запись ЭКГ (НЕ ЧИСЛО ЧСС, УКАЗАННОЕ НА ЛЕНТЕ!). Обязательно приведите подробные расчёты. Ответ внесите в Вашу матрицу ответов.

## Задание 2.

Самостоятельно нарисуйте фрагмент ЭКГ испытуемого в I отведении при скорости записи ленты:

- а) 12,5 мм/с;
- б) 50 мм/с.

Проведите и подробно опишите необходимые для выполнения задания расчёты.

## Задание 3.

Известно, что при возбуждении  $\beta_1$ -адренорецепторов сердца через  $G_s$ -белки активируется аденилатциклаза, из АТФ образуется цАМФ, который активирует протеинкиназу А. При активации протеинкиназы А фосфорилируется (активируются)  $Ca^{2+}$ -каналы клеточной мембраны и увеличивается поступление ионов  $Ca^{2+}$  в цитоплазму кардиомиоцитов. В клетках синоатриального узла вход ионов  $Ca^{2+}$  ускоряет 4 фазу потенциала действия, импульсы генерируются чаще, частота сокращений сердца увеличивается. В волокнах рабочего миокарда ионы  $Ca^{2+}$  связываются с тропонином С (часть тормозного комплекса тропонин-тропомиозин) и таким образом устраняется тормозное влияние тропонин-тропомиозина на взаимодействие актина и миозина – сокращения сердца усиливаются. При возбуждении  $\beta_1$ -адренорецепторов в клетках атриовентрикулярного узла ускоряются фазы 0 и 4 потенциала действия – облегчается атриовентрикулярная проводимость и повышается автоматизм.

В сердце возбуждение  $\beta_2$ -адренорецепторов ведёт к тем же эффектам, что и возбуждение  $\beta_1$ -адренорецепторов.

В клинической кардиологии для лечения ряда заболеваний сердца активно используется **Бисопролол**. Данный лекарственный препарат селективно блокирует  $\beta_1$ -адренорецепторы сердца.

Самостоятельно нарисуйте ЭКГ у испытуемого (в I отведении, скорость записи ленты 25 мм/с) после введения препарата **Бисопролол** и достижения им терапевтического эффекта. Укажите изменения, которые появились по сравнению с исходной ЭКГ.

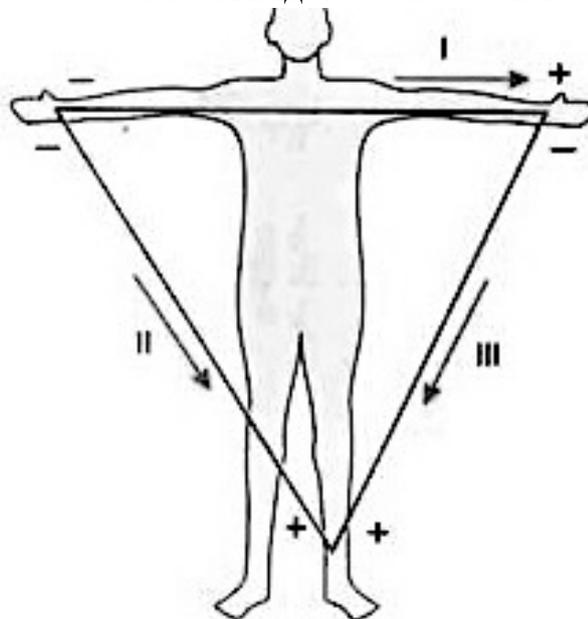
## Задание 4.

Итак, электрокардиограф регистрирует напряжение (разность электрических потенциалов) **между 2 точками**, то есть в каком-то **отведении**. Стандартные **отведения** “формируются” при следующем попарном подключении электродов:

- I отведение – левая рука (+) и правая рука (-);
- II отведение – левая нога (+) и правая рука (-);
- III отведение – левая нога (+) и левая рука (-).

Три стандартных отведения образуют равносторонний треугольник (треугольник Эйнтховена, см. рисунок ниже).

Электрокардиограф фиксирует **суммарную электрическую активность сердца**, а если точнее — разность электрических потенциалов (напряжение) между 2 точками в разные фазы сердечного цикла. С помощью ЭКГ можно определить суммарную разность потенциалов от клеток миокарда желудочков, или, как ее называют, **электрическую ось сердца** (ЭОС сердца). Очень часто ЭОС совпадает с **анатомической осью сердца**.



Направление ЭОС (а равно и анатомической оси сердца) можно определить, проанализировав комплексы QRS электрокардиограммы в каждом отведении. Если комплекс QRS в каком-либо отведении направлен *вверх*, то проекция вектора ЭОС на данное отведение будет направлена от “-” к “+”; если же *вниз* – от “+” к “-” (см. рисунок с треугольником Эйнтховена). Длина спроецированного вектора ЭОС на отведениях I - III зависит от амплитуды комплекса QRS в данных отведениях.

Внимательно рассмотрите запись ЭКГ в трёх отведениях (I, II и III), полученную при электрокардиографии испытуемого (задание 1). Используя вышеприведенную информацию, в матрице ответов, внутри треугольника Эйнтховена, **изобразите:**

- 1) **вектор ЭОС** испытуемого;
- 2) проекции данного вектора ЭОС на отведения I – III.

Шифр \_\_\_\_\_

Рабочее место \_\_\_\_\_

Шифр \_\_\_\_\_

Итоговая оценка:

**Практический тур заключительного этапа XXXIII Всероссийской олимпиады школьников по биологии. 2016-17 уч. год. 10 класс  
г. Ульяновск**

**АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА**

Часть А

**Матрица ответов**

*Заполнять только ручкой! Записи карандашом оцениваться не будут!*

*Место для вклеивания ЭКГ*

**Задание 1.**  
*(максимально 1 балл)*

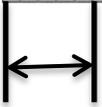
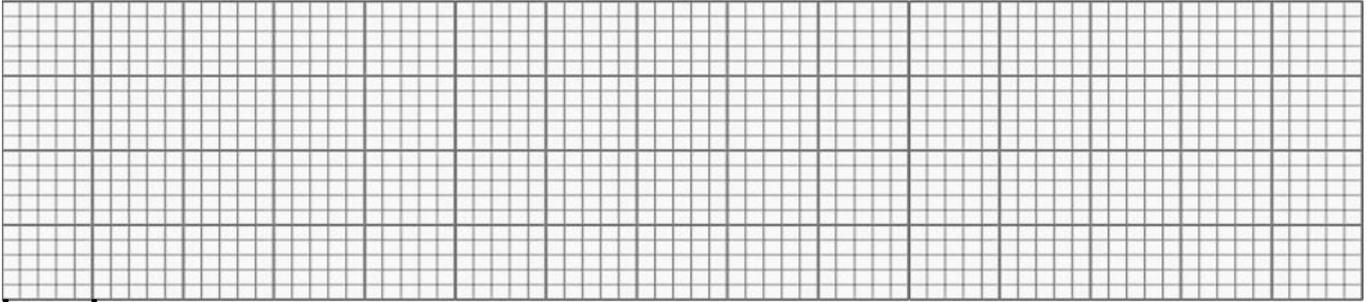
**ЧСС** у испытуемого равна \_\_\_\_\_ уд/мин.

Расчёты:

**Задание 2.**

(максимально 4 балла)

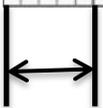
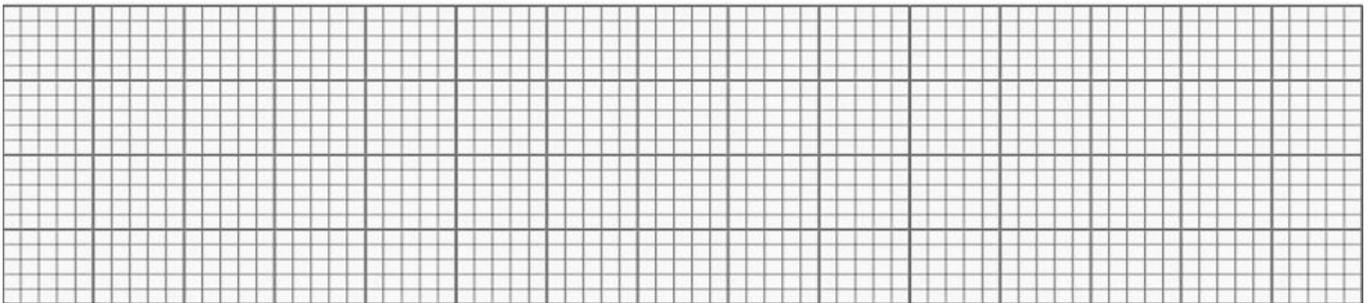
а) Скорость записи ленты: 12,5 мм/с



5 мм

Расчёты:

б) Скорость записи ленты 50 мм/с

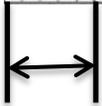
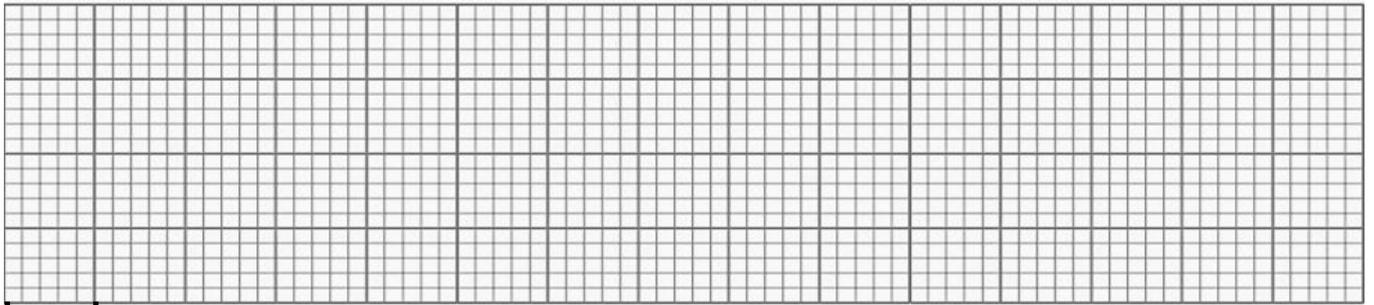


5 мм

Расчёты:

**Задание 3.**

(Максимально 2 балла).



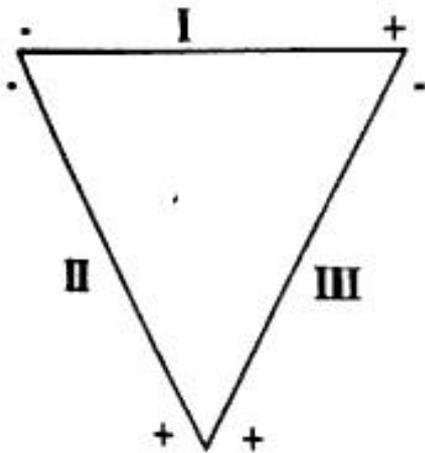
5 мм

По сравнению с исходной ЭКГ (см. задание 1) появились следующие изменения:

- 1) \_\_\_\_\_;
- 2) \_\_\_\_\_.

**Задание 4.**

Максимально 3 балла.



## Задания практического тура заключительного этапа XXXIII Всероссийской олимпиады школьников по биологии, 2017 г., г. Ульяновск. 10 класс

### ЧЕЛОВЕК

#### Матрица ответов, часть Б (10 баллов)

Внимательно рассмотрите рисунки, выберите в представленных ниже таблицах правильное суждение и поставьте его номер в правую графу. *Внимание: правильных ответов может быть более одного, либо не быть вовсе.*

**Задание 1 (2,5 балла).** Рассмотрите рисунки 1, 2 и 3. Выводы о регуляции выброса мелатонина занесите в таблицу ниже.

Свет через зрительный нерв тормозит (1)/ стимулирует (2)/ не влияет (3) на выброс мелатонина	
Выброс мелатонина управляется симпатической (1)/ парасимпатической (2)/ соматической (3) нервной системой	
Кортизол вызывает (1)/ тормозит (2)/ не влияет на (3) секрецию мелатонина в кровь	
В условиях полярного дня содержание мелатонина в крови растет (1)/ падает (2)/ не меняется (3)	
Клетками сетчатки регулируется секреция мелатонина (1)/ норадреналина (2)/ ацетилхолина (3)	

**Задание 2 (1,5 балла).** Рассмотрите рисунки 4 и 5, отражающие подвижность голых землекопов в течение суток. Выводы занесите в таблицу ниже.

Суточная активность землекопа в природе управляется колебаниями температуры (1)/ внутренними часами (2)/ освещенностью (3)	
В лаборатории суточный ритм сохраняется: у полевки (1)/ землекопа (2)/ у обоих видов (3)	
Рост температуры приводит к увеличению (1)/ снижению (2)/ не влияет (3) на двигательную активность землекопа	
Снижение двигательной активности днем может служить землекопу цели предохранения от перегрева (1)/ лучшего социального взаимодействия (2)/ возможности согреться ночью при охлаждении (3)	

**Задание 3 (2 балла).** Рассмотрите схему и графики (рисунки 6, 7 и 8) и постройте гипотезы о принципах регуляции секреции гормонов.

Регуляция секреции тестостерона осуществляется по механизму отрицательной обратной связи (1)/ положительной обратной связи (2)/ прямого управления (3)	
Утренняя (1)/ дневная (2)/ вечерняя (3) физическая нагрузка больше помогает (вовсе не помогает (4)) пожилым настроить суточный ритм выработки тестостерона, сделав его похожим на таковой у молодых.	
Уменьшение плотности рецепторов к гонадолиберину (GnRH) приведет к снижению (1)/ увеличению (2)/ не повлияет (3) на уровень тестостерона в крови	
Аркуатное ядро управляет выбросом фолликулостимулирующего гормона (FSH) через кровоток (1)/ прямой иннервацией (2)/ косвенно, через активность яичников (3)	

**Задание 4 (4 балла).** Долголетие землекопа одни исследователи связывают с нарушением цикличности работы специализированных ядер-часов гипоталамуса, другие – с его необычной социальной жизнью. Известно, что уровень гормона окситоцина (ответственного, среди прочего, за социальное взаимодействие) у всех землекопов очень высок и, в отличие от других животных, не подвержен суточной ритмике. Уровень же половых гормонов землекопов также мало меняется в течение дня и достигает взрослого уровня только у царицы и ее мужей, у всех остальных особей всю жизнь он сохраняется на уровне неполовозрелых. Чтобы проверить, есть ли связь между ролью в группе, уровнем половых гормонов и долгожительством у голого землекопа, ученые поставили опыт, изображенный на рисунке 9. Что показал данный эксперимент?

За поддержание статуса царицы отвечают следующие структуры мозга: терминальная полоска (1)/ паравентрикулярное ядро (2)/ медиальное ядро миндалина (3)/ корковое ядро миндалина (4)/ вентромедиальное ядро (5)/ супрахиазматическое ядро (6)	
Низкая активность ядер гипоталамуса у рабочих особей поддерживается: поведенческой активностью царицы (1)/ запаховыми сигналами (2)/ собственной ритмической активностью супрахиазматического ядра (4)/ возрастом особи (5)	
Более правдоподобным объяснением долголетия землекопов является: необычная социальность (1)/ нарушение секреции половых гормонов (2)/ нарушение ритмики секреции мелатонина (3)/ умение снижать активность при высокой температуре (4)	

**Голый землекоп (*Heterocephalus glaber*)** – один из самых необычных грызунов на планете.

Подземные колонии этих животных, состоящие из многих десятков особей, имеют сложную иерархическую структуру. Во главе стоит самка–царица, живущая в окружении 2-3 самцов, приносящая до 5 пометов из 20 детенышей в год. Она постоянно инспектирует происходящее в норах, а также деятельность подчиненных (рабочих, няnek, фуражиров, няnek), с помощью звуковых и тактильных сигналов раздавая поручения, а также поддерживая статус всех особей (рисунок 1). Голые землекопы практически не подвержены раку, не чувствуют жгучей боли и в 6 раз лучше любых млекопитающих выдерживают гипоксию. Также, по неизученным до конца причинам, вне зависимости от «должности», продолжительность жизни землекопов составляет более 30 лет, что уникально как для грызунов, так и для любых зверей такого размера (до 15 грамм). Чтобы понять, что именно замедляет у этих животных старение, ученые активно ищут различия между ними и таксонами, у которых старость наступает быстро. Присоединитесь к исследователям и попробуйте составить и обосновать гипотезу о механизмах долголетия голых землекопов, опираясь на представленные ниже данные о механизмах регуляции жизненных ритмов.

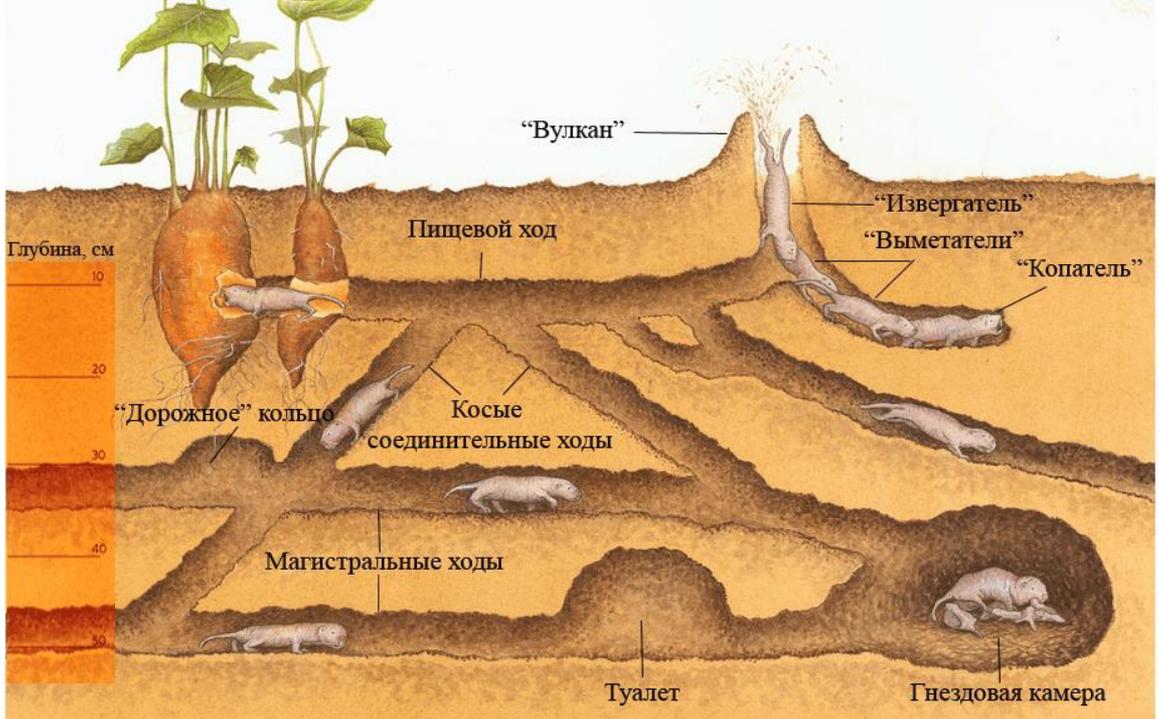
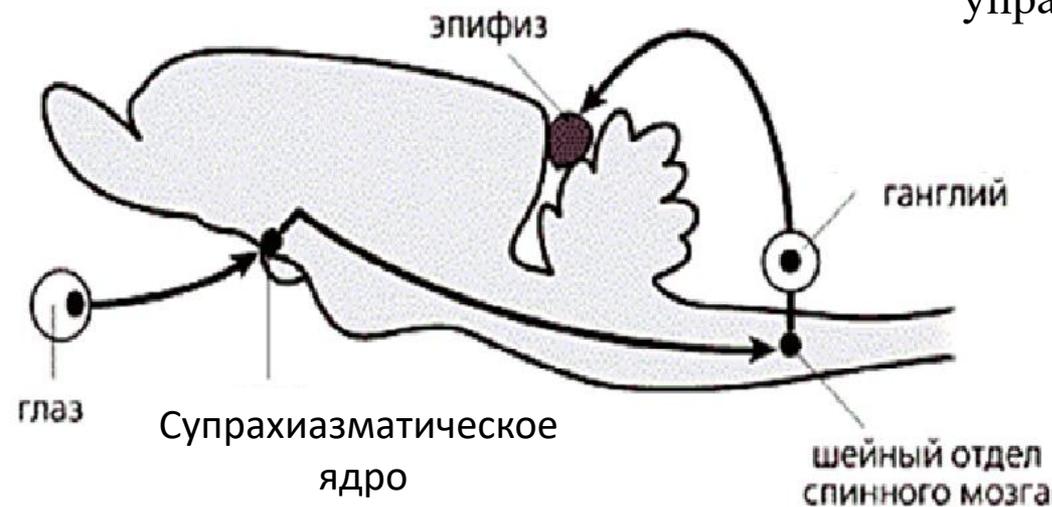


Рисунок 1. Внешний вид и разрез колонии голого землекопа (*Heterocephalus glaber*).

Рисунок 2. Схема продольного среза мозга грызуна.

Стрелками указана нейронная цепь, управляющая синтезом гормона мелатонина.

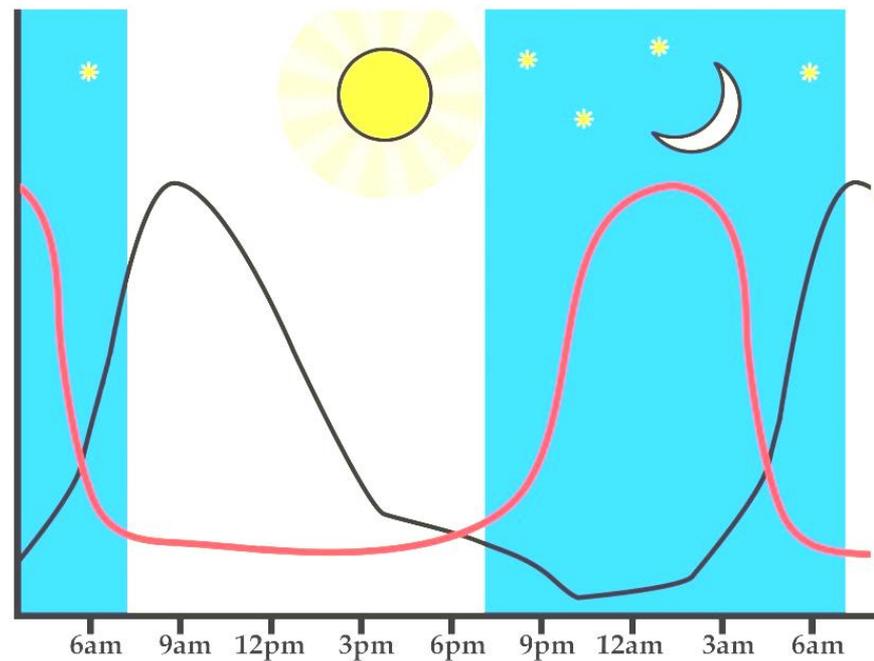


*мелатонин*

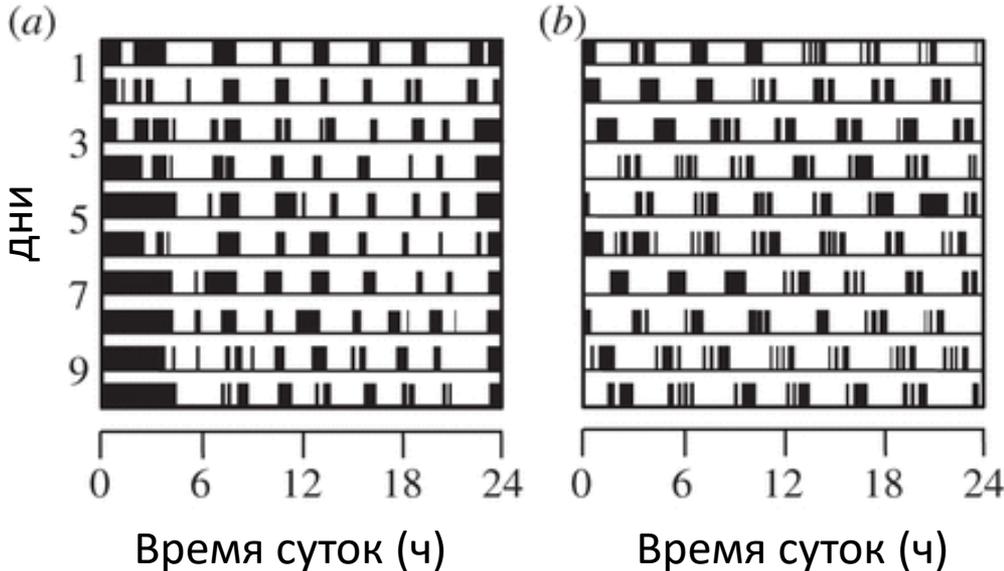
Рисунок 3.

Суточная динамика концентраций гормонов мелатонина и кортизола в крови человека.

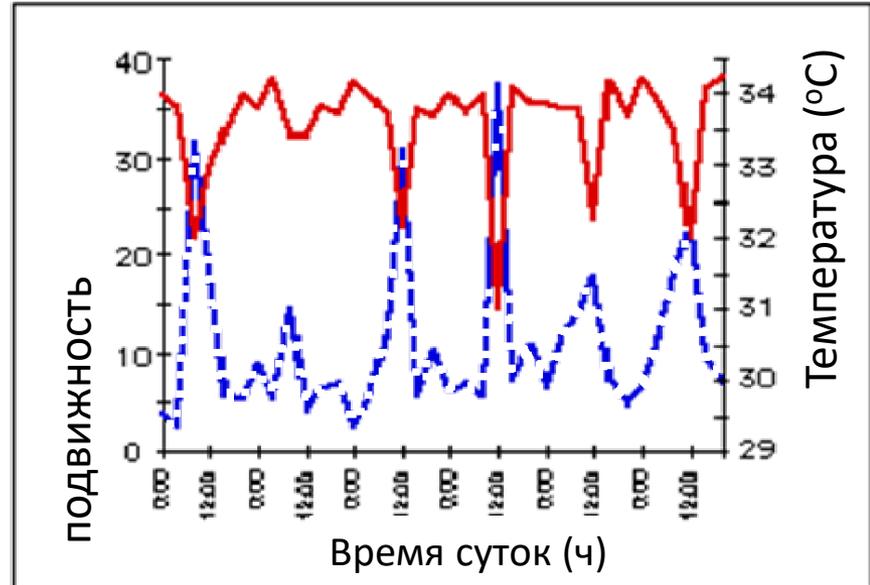
*кортизол*

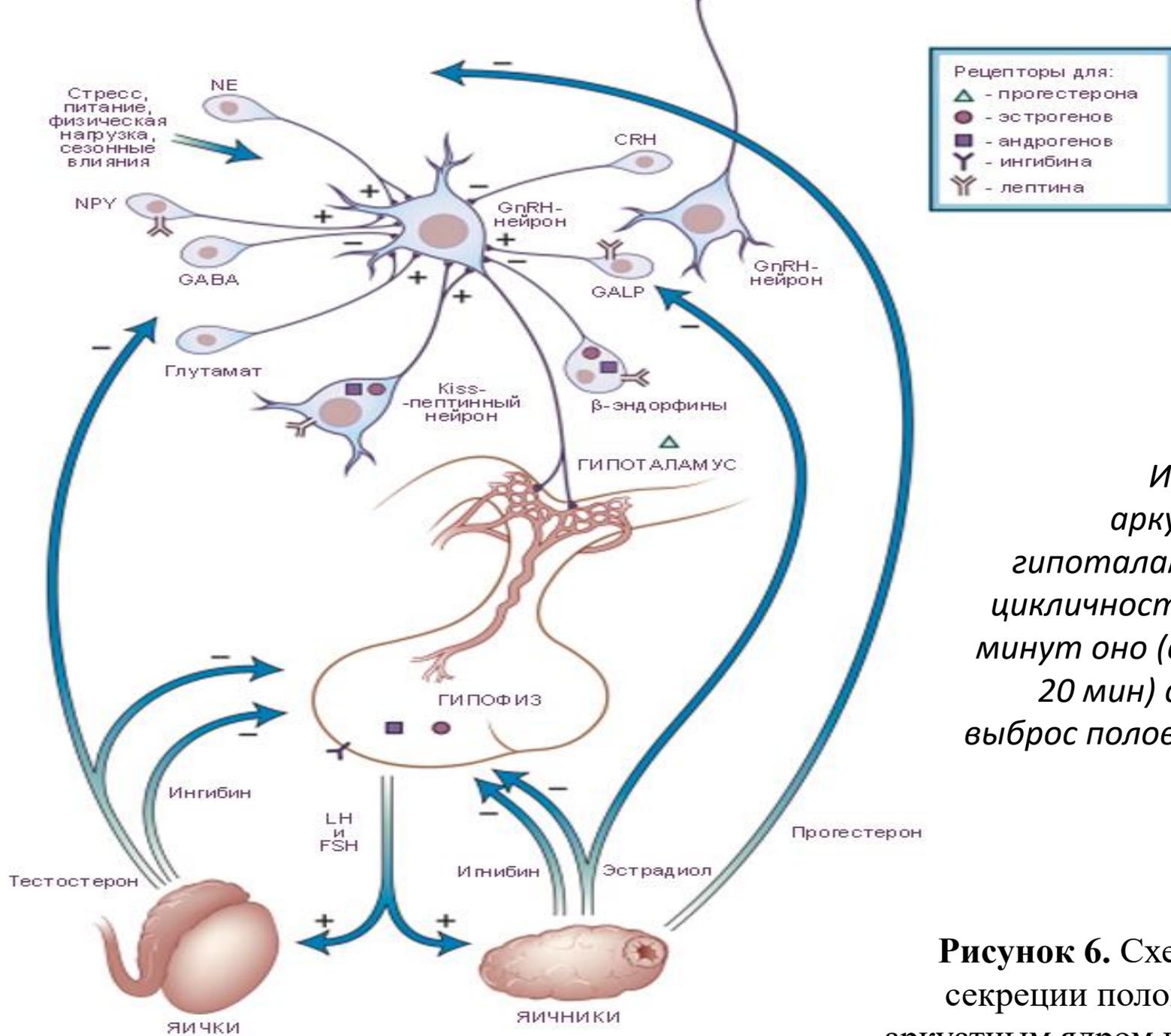


**Рисунок 4.** Графики суточной подвижности полевки (а) и голого землекопа (б) при постоянной температуре и освещенности (в лаборатории).



**Рисунок 5.** График суточной подвижности голого землекопа при колебаниях температуры (полевые наблюдения).





*Известно, что аркуатному ядру гипоталамуса присуща цикличность: каждые 90 минут оно (в течение 15-20 мин) стимулирует выброс половых гормонов.*

**Рисунок 6.** Схема регуляции секреции половых гормонов аркуатным ядром гипоталамуса.

Рисунок 7. Динамика содержания тестостерона в крови в течение жизни

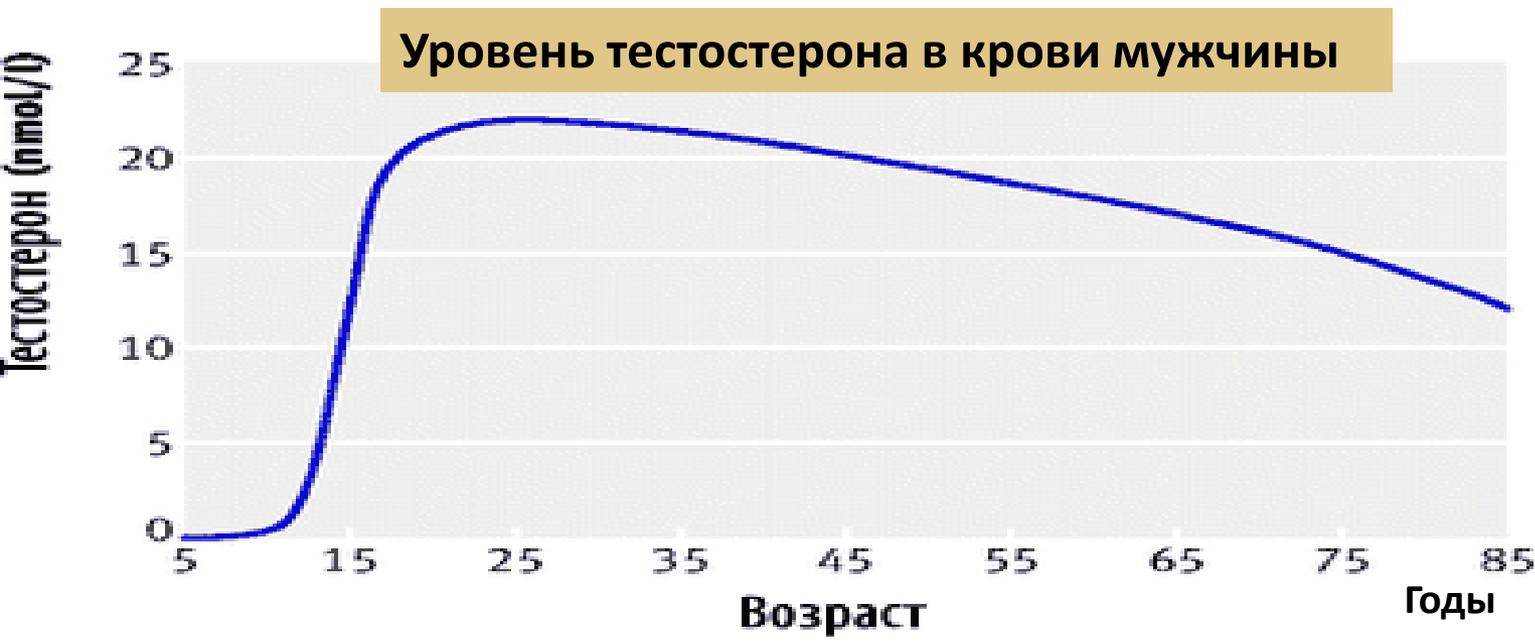
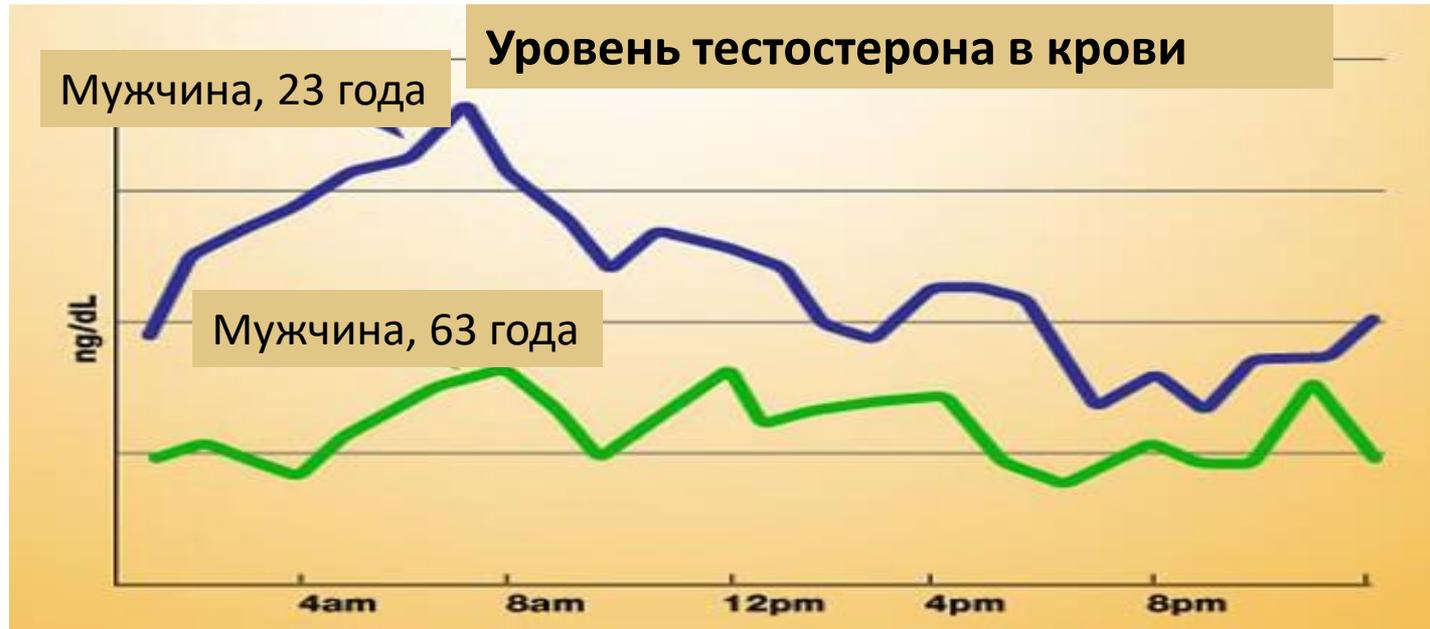


Рисунок 8. Суточная динамика содержания тестостерона в крови

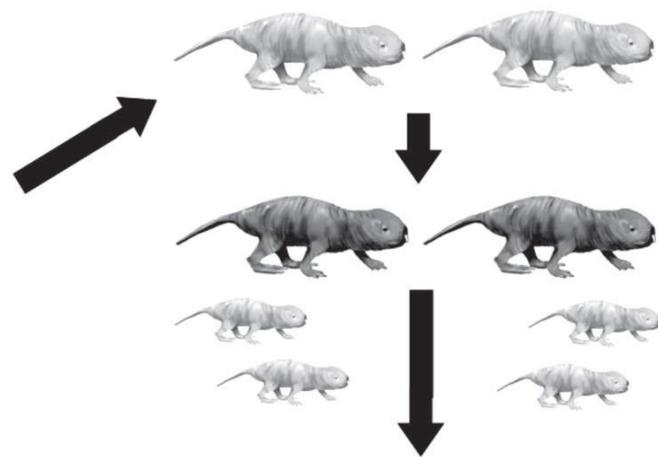
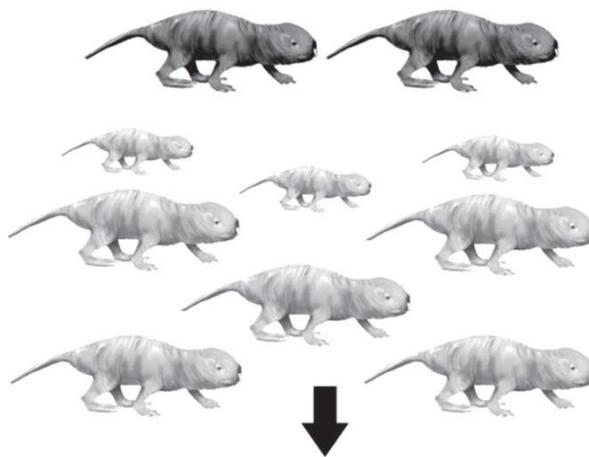


**Рисунок 9.** Эксперимент по изучению участия ядер гипоталамуса в распределении ролей в колонии голых землекопов. Сначала при помощи флуоресцентных красителей был измерен исходный уровень активности ядер двух разнополой рабочих особей (рис. В, слева). Далее, эту пару с несколькими детенышами отсадили для основания новой колонии и измерили у них активность тех же ядер, но в уже в роли «царицы» и «мужа» (рис В, справа). Ядра, увеличившие свою активность, изображены более крупными.

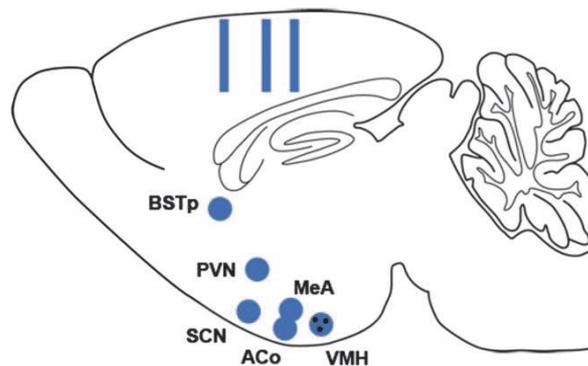
### Расшифровка сокращений:

- BSTp** (bed nucleus of the stria terminalis, ядро ложа терминальной полоски) – связь между поведенческими и вегетативными функциями
- PVN** (paraventricular nucleus of the hypothalamus, паравентрикулярное ядро гипоталамуса) – продукция гормона окситоцина, ответственного за социальное взаимодействие
- MeA** (medial nucleus of the amygdala, медиальное ядро миндалины) – отвечает за эмоции, в т.ч. за агрессию, тревожность
- VMH** (ventromedial nucleus of the hypothalamus, вентромедиальное ядро гипоталамуса) - центр пищевого насыщения
- SCN** (suprachiasmatic nucleus, супрахиазматическое ядро) – регуляция синтеза мелатонина
- ACo** (cortical amygdaloid nucleus, корковое ядро миндалины) – оценка значимости запахов

### А Исходная колония



### В Рабочая особь



### Царица

