

**КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Кафедра прикладной экологии*

**В.В. ЗОБОВ**

**ФИЗИОЛОГИЯ АДАПТАЦИЙ**

**Конспект лекций**

**Казань – 2014**

УДК 821.111.09

ББК ШЗ(4)

*Принято на заседании кафедры прикладной экологии*

*Протокол № 5 от «26» декабря 2014 года*

**Рецензенты:**

доктор химических наук,

профессор кафедры прикладной экологии ИЭиП КФУ **В.З. Латыпова;**

доктор биологических наук,

профессор кафедры прикладной экологии ИЭиП КФУ **Н.Ю. Степанова**

**Зобов В.В.**

**Физиология адаптаций** / В.В. Зобов. – Казань: Казан. ун-т, издание 2-е дополненное. 2014. – 50 с.

Дисциплина

«Физиология

адаптаций»

(<http://tulpar.kfu.ru/course/view.php?id=2291>) - это курс лекций для студентов кафедры прикладной экологии ИЭиП. Данный курс представляет собой часть единого блока знаний, посвященного проблемам адаптации животных и человека к воздействию факторов среды физической, химической и биологической природы. Теоретическим фундаментом дисциплин являются экологическая физиология и экологическая генетика. Материал дисциплины можно изучать самостоятельно, выполняя предлагаемые задания, подготавливая письменные рефераты, устные доклады на семинарах и проводя самоконтроль усвоения материала с помощью вопросов к каждой лекции и 312 тестов.

© Зобов В.В., 2014

© Казанский университет, 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

Наименование частей	Номера страниц
Тема 1. Адаптация и гомеостаз	
Тема 2. Общий адаптационный синдром	
Тема 3. Экологическая физиология	
Тема 4. Размножение: механизмы репродуктивного поведения	

## Тема 1. Адаптация и гомеостаз

### Лекция 1

#### Введение. Предмет аутоэкологии и физиологии адаптаций

**Аннотация.** Данная тема раскрывает основные понятия аутоэкологии и физиологии адаптаций.

**Ключевые слова.** Аутоэкология, физиология, генетика, уровни и цена адаптации, отбор родичей, альтруизм, фенотипическая и генотипическая адаптация, адаптациогенез, связь «физиология-генетика»

#### Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме;
- В дополнение к лекции есть презентация, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.
- В качестве самостоятельной работы предлагается написать рефераты по проблемам аутоэкологии, экологической физиологии и генетики, и выступить с устными докладами.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы к каждой лекции и тесты

#### Основная литература

1. Зобов В.В. Физиология адаптаций [Электронный ресурс <http://tulpar.kfu.ru/course/view.php?id=2291>]. Учебное пособие: полный курс лекций. - Режим доступа: курс доступен только зарегистрированным слушателям. - Казань: КФУ, 2013.
2. Зобов В.В. Экология животных [Электронный ресурс <http://tulpar.kfu.ru/course/view.php?id=2290>]. Учебное пособие: полный курс лекций. - Режим доступа: курс доступен только зарегистрированным слушателям. - Казань: КФУ, 2012.
3. Иванов А.А., Войнова О.А. Сравнительная физиология животных. –М.: Лань. -2010. -416 с.

4. Голубев В.Н., Апчел В.Я., Даринский Ю.А. Физиология человека и животных. Учебник для студентов учреждений высшего педагогического профессионального образования. –М.: Академия. -2013. – 448 с.
5. Дудель Й., Шмидт Р., Тевс Г. Физиология человека (в 3-х томах). Перевод со 2-го, дополненного и переработанного английского издания (23-е немецкое издание). –М.: Мир. -2012. -865 с.
6. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная. –М.: Советский спорт. -2013. -620 с.
7. Фаллер А., Шюнке М. Анатомия и физиология человека. –М.: Бином. Лаборатория знаний. -2013. -537 с.
8. Тягунов Г.В., Ярошенко Ю.Г. Экология. –М.: КноРус. -2014. -314 с.
9. Сравнительная физиология животных: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 110401 - "Зоотехния" / [А. А. Иванов, О.А. Войнова, Д.А. Ксенофонтов и др.].—Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010.—414 с.: ил., табл.; 24.—(Учебники для вузов, Специальная литература).—Авт. указаны на обороте тит. л.—Библиогр. в конце гл.— ISBN 978-5-8114-0932-7((в пер.)), 1000
10. Сравнительная физиология животных. В 3-х томах / Под ред Л. Проссера / М.: Мир, –1977, 1978.
11. Макфедьен Э. Экология животных. Цели и методы. -М.: Мир, 1965. -375 с.
12. Наумов Н.П. Экология животных (2-е изд. перераб.). - М.: Изд-во Советская наука., 1963. - 619 с.

#### **Рекомендуемые информационные ресурсы:**

1. <http://zilant.kpfu.ru/course/view.php?id=17180>
2. <http://www.iopc.knc.ru/ru/institute/staff/zobov.php>
3. <http://bse.sci-lib.com/article128623.html>
4. <http://rosnord.ru/strategy/standpoint/78-problemy-adaptatsii-cheloveka-k-usloviyam-krajnego-severa>
5. [http://www.sportfarma.ru/s\\_farm\\_sredstva\\_adapto.htm](http://www.sportfarma.ru/s_farm_sredstva_adapto.htm)

6. <http://meduniver.com/Medical/Physiology/100.html>
7. <http://rh-conflict.narod.ru/student/patfiz/bxstres.htm>
8. <http://max.1gb.ru/learn/med002.shtml>
9. [http://imp.rudn.ru/psychology/animal\\_psychology/index.html](http://imp.rudn.ru/psychology/animal_psychology/index.html)
10. <http://www.cycloport.ru/glava-2-nespecificheskie-adaptacionnye-reakcii-organizma?page=0,0>
11. <http://bookap.info/okolopsy/fabri/>
12. <http://groh.ru/gro/zorina/zorina5.html>
13. [http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07\\_3.html](http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07_3.html)
14. <http://lugor.org.ua/publ/3-1-0-667>
15. <http://www.ref.by/refs/50/11190/1.html>
16. <http://new.volsu.ru/Student/Faculty/fen/docs/Fiziologiya%20adaptacii%202010.pdf>
17. [Презентация](#)

## **Глоссарий**

**Аутэкология** – раздел экологии, изучающий влияние абиотических и биотических факторов среды на шансы выживания и размножения («живучесть») биосистем высокого уровня.

**Организменная единица** – термин, объединяющий биосистемы высокого уровня, а именно, особи, популяции, семейные группы, вид.

**Экологическая физиология** – раздел физиологии, изучающий зависимость функций животных и человека от условий жизни и деятельности в различных физико-географических зонах.

**Адаптация** - совокупность морфо-физиологических, популяционных и других свойств живых организмов, обеспечивающих возможность устойчивого выживания в конкретных условиях среды

**Резистентность** - сопротивляемость (устойчивость, невосприимчивость) организма к воздействию различных факторов среды.

**Экологическая пластичность** – степень (амплитуда) выносливости (живучести) организма или их сообществ к воздействию факторов среды.

### Вопросы для изучения:

1. Предмет и задачи аутоэкологии
2. Предмет и задачи экологической физиологии
3. Физиологический и экологический подходы при анализе экологических проблем
4. Уровни и цена адаптации
5. Цели адаптации особи и популяции. Отбор родичей и альтруизм
6. Общие принципы реагирования животных на воздействие среды
7. Эволюция видов как адаптациогенез
8. Механизм образования новых адаптивных признаков и их закрепления в генотипе

**Основное содержание дисциплины «Физиология адаптаций»** составляет **аутоэкология или экология особи**, которая изучает влияние абиотических и биотических факторов среды на шансы выживания и размножения биосистем высокого уровня, а именно: особи, популяции, семейной группы, вида. **Объекты изучения и задачи аутоэкологии.** Теоретическим фундаментом аутоэкологии являются: экологическая физиология, экологическая генетика или, иначе, физиология наследственности и изменчивости. **Уровни адаптаций.** В зависимости от того, какой уровень живого находится под прессингом факторов среды, адаптация может иметь разные акценты или уровни: **1) Клеточный.** Рабочая гипертрофия мышечных волокон при адаптации мышц к тяжелой работе. **2) Органный.** Во время физических нагрузок или эмоциональных сдвигов кровоснабжение многих органов и тканей улучшается. **3) Организменный.** Изменение поведения животных при освоении новых кормовых ресурсов. **4) Популяционный.** Встречается при обострении конкуренции и часто сводится к изменению численности особей в популяции. **5) Биоценотический.** Сводится к перестройке структуры входящих в биоценоз видов. **6) Биосферный.** Является

последствием антропогенной активности и проявляется в адаптации биоты и человека к загрязнению среды.

**Цели адаптации особи и популяции. Системные свойства популяции.** Цели адаптации особи и популяции чаще всего противоположны. Если адаптация особи направлена на поддержание постоянства внутренней среды организма, т.е. гомеостаза, то адаптация популяции направлена на увеличение численности популяции и на совершенствование генофондов. Совпадение же целей адаптации особи и популяции характерно для общественных животных. **«Отбор родичей»** или kin selection – вид естественного отбора, действующего среди близкородственных особей и приводящий к кооперации. Существует масса экологических явлений, которые расцениваются как результат действия «отбора родичей»: образ жизни общественных насекомых (муравьи, термиты, осы, шершни, пчелы) – каждый элемент социума служит делу выживания матки и семьи в целом; крики тревоги птиц, возвещающие о приближении хищника и др. В гуманитарной литературе это явление, когда особь теряет=гибнет, а социум в целом выигрывает обозначается термином **альтруизм**.

**Общие принципы реагирования животных на воздействие среды. 1) Механизмы поведения гораздо более изменчивы, чем обменные процессы.** Срочная реакция на воздействие среды, чаще всего, выражается в изменении поведения по принципу «либо бей, либо беги». **2) Чем сложнее устроена биосистема, тем менее она устойчива к внешним воздействиям. 3) Цена адаптации.** Адаптация к любому фактору среды требует больших затрат энергии. **4) Активная адаптации и гипобиоз.** Адаптация к сверхэкстремальным условиям среды может оказаться невозможной (гипобиоз). **5) Фенотипическая и генотипическая адаптация.** Фенотипическая адаптация формируется в процессе срочных стрессовых реакций организма на воздействие факторов среды и обеспечивается морфо-функциональными изменениями специфическими для этой среды; в генотипе



не закрепляется. Генотипическая (или наследуемая) адаптация формируется в процессе долговременных стрессовых реакций организма на воздействие факторов среды на протяжении многих поколений. Переход фенотипических изменений в генотипические происходит на основе мутаций и естественного отбора к условиям конкретных экологических ниш. **Эволюция видов как адаптиогенез.** Эволюция органического мира - это адаптиогенез или, иначе, непрерывный ряд наследственных приспособлений к постоянно меняющимся условиям среды. **Арогенез** - направление эволюции, при котором, в результате приобретения новых крупных морфо-физиологических приспособлений, развитие групп сопровождается расширением адаптивной зоны и выходом в другие природные зоны. **Катагенез** - противоположное направление эволюции - встречается в целом несравненно реже, чем арогенез. Всегда связан со специфическими изменениями образа жизни - переход от активной подвижности к прикрепленной или эндопаразитической жизни. Понятие «**жизненный цикл**» обозначает систему последовательных адаптаций, обеспечивающих непрерывность существования вида в пространстве и времени. **Жизненная форма** – это группа особей (разных видов или внутри одного вида), имеющих сходные эколого-морфологические адаптации для обитания в одинаковой среде. Существуют разные классификации жизненных форм: 1) по адаптациям к локомоции (плавающие, роющие, бегающие, лазающие, прыгающие, ползающие, норные и др.), 2) влаголюбию, 3) питанию, 4) месту размножения и т.д.

**Механизм образования новых адаптивных признаков и их закрепления в генотипе или механизм связи между физиологией и генетикой.** **1-й этап.** Обусловленное средой (стрессом) изменение лабильных признаков («приспособительное поведение»). **2-й этап.** Перестройка поведения для завоевания новых ниш и изменение границ ареала. **3-й этап.** Случайные генетические изменения (мутации), порождающие разновидности, расы, подвиды, аллели и т.п. **4-й этап.** Естественный отбор генетических изменений, адаптированных к условиям



ниш и ареалов. **5-й этап.** Изоляция – географическая/экологическая. **6-й этап.** Формирование вторичных половых признаков, обеспечивающих окончательную репродуктивную изоляцию до вида.

## Лекция 2

### **Роль центральной нервной системы в регуляции адаптивного поведения**

**Аннотация.** Данная тема раскрывает основной физиологический механизм регуляции адаптивного поведения.

**Ключевые слова.** Стресс, гормональная ось стресса, гипоталамус, лимбическая система, миндалины, неокортекс, жесткие и пластичные константы гомеостаза

#### **Методические рекомендации по изучению темы**

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме.
- В дополнение к лекции есть презентация, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.
- В качестве самостоятельной работы предлагается написать рефераты по особенностям функционирования гормональной оси стресса у позвоночных и выступить с устными докладами.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы к каждой лекции и тесты.

#### **Рекомендуемые информационные ресурсы:**

1. <http://zilant.kpfu.ru/course/view.php?id=17180>
2. <http://www.iopc.knc.ru/ru/institute/staff/zobov.php>
3. <http://bse.sci-lib.com/article128623.html>
4. <http://rosnord.ru/strategy/standpoint/78-problemy-adaptatsii-cheloveka-k-usloviyam-krajnego-severa>
5. [http://www.sportfarma.ru/s\\_farm\\_sredstva\\_adapto.htm](http://www.sportfarma.ru/s_farm_sredstva_adapto.htm)
6. <http://meduniver.com/Medical/Physiology/100.html>
7. <http://rh-conflict.narod.ru/student/patfiz/bxstres.htm>

8. <http://max.lgb.ru/learn/med002.shtml>
9. [http://imp.rudn.ru/psychology/animal\\_psychology/index.html](http://imp.rudn.ru/psychology/animal_psychology/index.html)
10. <http://www.cycloport.ru/glava-2-nespecificheskie-adaptacionnye-reakcii-organizma?page=0,0>
11. <http://bookap.info/okolopsy/fabri/>
12. <http://groh.ru/gro/zorina/zorina5.html>
13. [http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07\\_3.html](http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07_3.html)
14. <http://lugor.org.ua/publ/3-1-0-667>
15. <http://www.ref.by/refs/50/11190/1.html>
16. <http://new.volsu.ru/Student/Faculty/fen/docs/Fiziologiya%20adaptacii%202010.pdf>
17. [Презентация](#)

## **Глоссарий**

***Адаптация физиологическая*** - совокупность физиологических реакций, лежащая в основе приспособления организма к изменению окружающих условий и направленная к сохранению относительного постоянства его внутренней среды - гомеостаза.

***Гомеостаз*** - относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций организма.

***Гипоталамус*** (hypothalamus) - отдел промежуточного мозга (под таламусом), в котором расположены центры вегетативной нервной системы.

***Детектор*** - в общем случае аппаратное или программное средство, выдающее определённый сигнал при наступлении заданного события.

***Гипофиз*** (лат. hypophysis, синонимы: нижний мозговой придаток, питуитарная железа) - центральный орган эндокринной системы; тесно взаимодействует с гипоталамусом.

***Надпочечники*** - парные эндокринные железы позвоночных животных и человека..

**Лимбическая система** – комплекс структур внутри головного мозга; расположен в виде полукружия вокруг гипоталамуса.

**Поведение** - способность животных изменять свои действия под влиянием внутренних и внешних факторов, характерная черта животного типа организации.

**Рефлексы** (лат. reflexus - обращенный, отраженный) - ответная реакция живого организма, обусловленная воздействием какого-либо определенного фактора внешней или внутренней среды на анализатор, проявляющаяся в сокращении мышц, секреции гормона.

**Инстинкты** (лат. instinctus - побуждение) - совокупность сложных врожденных реакций (актов поведения) организма к бессознательному совершению целесообразных действий и движений, возникающих в ответ на внешние или внутренние раздражения.

**Интеллект** (или разум) - это способность животного выходить за рамки видового (инстинктивного, генетически-детерминированного) поведения (дельфины, человек).

### **Вопросы для изучения:**

1. Гормональная ось стресса
2. Гипоталамус, лимбическая система, миндалины, неокортекс
3. Гомеостаз: жесткие и пластичные константы

**Функции различных отделов центральной нервной системы высших животных в регуляции адаптивного поведения.** Гомеостаз особи сводится к поддержанию стабильности внутренней среды организма в широком диапазоне меняющихся условий внешней среды. В поддержании гомеостаза особи, помимо гипоталамуса, гипофиза и коры надпочечников («гормональная ось стресса»), важная роль принадлежит миндалинам и неокортексу.

**Миндалины.** У человека миндалина (амигдала, миндалевидное тело) – это крупное подкорковое ядерное образование, расположенное в глубине



височной доли – часть лимбической системы. В миндалине также происходит сопоставление новой информации с информацией, накопленной в процессе жизненного опыта (т.е. с видовой памятью). При адекватном реагировании миндалины активируют только те поведенческие шаблоны (стереотипы), которые в прошлом оказались полезными (адекватными) в аналогичных условиях. Наоборот, если есть рассогласование новой информации с прежними шаблонами, то миндалины тормозят их. Двустороннее разрушение миндалины (амигдалэктомия) у животных не сопровождается серьезными нарушениями гомеостатических функций. Однако поведение такого животного резко изменяется.

**Неокортекс** располагается в верхнем слое полушарий мозга, имеет толщину 2-4 мм и отвечает за высшие нервные функции - сенсорное восприятие, выполнение моторных команд, пространственную ориентацию, осознанное мышление и, у людей, речь. В неокортексе происходят пространственно-временной анализ информации от окружающей среды и построение концепций и схем поведения. Именно неокортекс отвечает за прогноз и вносит изменения в «жесткие», «консервативные», «традиционные» программы шаблонного поведения, «хранящиеся» в других отделах лимбической системы.

**Границы гомеостаза** меняются в зависимости от индивидуальных, возрастных, половых, социальных и др. условий. Границы гомеостаза могут быть: а) жесткими и б) пластичными. При этом никогда не происходит селективной регуляции какой-либо одной гомеостатической константы, т.к. все константы взаимосвязаны. **Жесткие константы** (рН, осмотическое давление крови, температура «ядра» тела) допускают лишь незначительные отклонения от своего уровня. У млекопитающих и птиц была создана система терморегуляции, отсутствующая у других классов и типов, которая автоматически поддерживает температуру «ядра» тела с точностью до 0,1°С при значительной вариабельности температуры внешней среды. В то же время,

у человека температура пальцев («оболочка тела») может, не вызывая боли, изменяться в пределах 30°C (от +15°C до +45°C). **Пластичные константы** (температура «оболочки» тела, уровень кровяного давления, объем циркулирующей крови, уровень питательных веществ в крови) варьируют в большом диапазоне. Суточное колебание артериального давления у человека  $\pm 10$  мм.рт.ст.

## **Тема 2. Общий адаптационный синдром**

### **Лекция 3**

#### **Реакция избегания неблагоприятных условий среды**

**Аннотация.** Данная тема раскрывает механизмы врожденных и приобретенных форм поведения.

**Ключевые слова.** Рефлекс, инстинкт, интеллект, ориентировочное, оборонительное, пищевое и половое поведение

#### **Методические рекомендации по изучению темы**

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме.
- В дополнение к лекции есть презентация, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.
- В качестве самостоятельной работы предлагается написать рефераты по особенностям поведения высших позвоночных и выступить с устными докладами.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы к каждой лекции и тесты.

#### **Основная литература**

1. Зобов В.В. Физиология адаптаций [Электронный ресурс <http://tulpar.kfu.ru/course/view.php?id=2291>]. Учебное пособие: полный курс лекций. - Режим доступа: курс доступен только зарегистрированным слушателям. - Казань: КФУ, 2013.

2. Зобов В.В. Экология животных [Электронный ресурс <http://tulpar.kfu.ru/course/view.php?id=2290>]. Учебное пособие: полный курс лекций. - Режим доступа: курс доступен только зарегистрированным слушателям. - Казань: КФУ, 2012.
3. Иванов А.А., Войнова О.А. Сравнительная физиология животных. –М.: Лань. -2010. -416 с.
4. Голубев В.Н., Апчел В.Я., Даринский Ю.А. Физиология человека и животных. Учебник для студентов учреждений высшего педагогического профессионального образования. –М.: Академия. -2013. – 448 с.
5. Дудель Й., Шмидт Р., Тевс Г. Физиология человека (в 3-х томах). Перевод со 2-го, дополненного и переработанного английского издания (23-е немецкое издание). –М.: Мир. -2012. -865 с.
6. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная. –М.: Советский спорт. -2013. -620 с.
7. Фаллер А., Шюнке М. Анатомия и физиология человека. –М.: Бином. Лаборатория знаний. -2013. -537 с.
8. Тягунов Г.В., Ярошенко Ю.Г. Экология. –М.: КноРус. -2014. -314 с.
9. Сравнительная физиология животных: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 110401 - "Зоотехния" / [А. А. Иванов, О.А. Войнова, Д.А. Ксенофонтов и др.].—Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010.—414 с.: ил., табл.; 24.—(Учебники для вузов, Специальная литература).—Авт. указаны на обороте тит. л.—Библиогр. в конце гл.— ISBN 978-5-8114-0932-7((в пер.)), 1000
10. Сравнительная физиология животных. В 3-х томах / Под ред Л. Проссера / М.: Мир, –1977, 1978.
11. Макфедьен Э. Экология животных. Цели и методы. -М.: Мир, 1965. -375 с.
12. Наумов Н.П. Экология животных (2-е изд. перераб.). - М.: Изд-во Советская наука., 1963. - 619 с.

## Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. <http://zilant.kpfu.ru/course/view.php?id=17180>
2. <http://www.iopc.knc.ru/ru/institute/staff/zobov.php>
3. <http://bse.sci-lib.com/article128623.html>
4. <http://rosnord.ru/strategy/standpoint/78-problemy-adaptatsii-cheloveka-k-usloviyam-krajnego-severa>
5. [http://www.sportfarma.ru/s\\_farm\\_sredstva\\_adapto.htm](http://www.sportfarma.ru/s_farm_sredstva_adapto.htm)
6. <http://meduniver.com/Medical/Physiology/100.html>
7. <http://rh-conflict.narod.ru/student/patfiz/bxstres.htm>
8. <http://max.1gb.ru/learn/med002.shtml>
9. [http://imp.rudn.ru/psychology/animal\\_psychology/index.html](http://imp.rudn.ru/psychology/animal_psychology/index.html)
10. <http://www.cycloport.ru/glava-2-nespecificheskie-adaptacionnye-reakcii-organizma?page=0,0>
11. <http://bookap.info/okolopsy/fabri/>
12. <http://groh.ru/gro/zorina/zorina5.html>
13. [http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07\\_3.html](http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07_3.html)
14. <http://lugor.org.ua/publ/3-1-0-667>
15. <http://www.ref.by/refs/50/11190/1.html>
16. <http://new.volsu.ru/Student/Faculty/fen/docs/Fiziologiya%20adaptacii%202010.pdf>
17. [Презентация](#)

## Глоссарий

**Поведение** - способность животных изменять свои действия под влиянием внутренних и внешних факторов, характерная черта животного типа организации.

**Рефлексы** (лат. reflexus - обращенный, отраженный) - ответная реакция живого организма, обусловленная воздействием какого-либо определенного фактора внешней или внутренней среды на анализатор, проявляющаяся в сокращении мышц, секреции гормона..



**Инстинкты** (лат. *instinctus* - побуждение) - совокупность сложных врожденных реакций (актов поведения) организма к бессознательному совершению целесообразных действий и движений, возникающих в ответ на внешние или внутренние раздражения.

**Интеллект** (или разум) - способность животного выходить за рамки видового (инстинктивного, генетически-детерминированного) поведения (дельфины, человек).

### Вопросы для изучения:

1. Адекватное самосохранительное поведение
2. Реакция «либо бей, либо беги»
3. Формы адаптивного поведения
4. Ориентировочное, оборонительное, пищевое и половое поведение
5. Экологическая роль врожденных и приобретенных форм поведения.

**Активный вариант поведения - «борьба».** У животных проявляется в склонности нападать, т.е. в агрессивности, у человека - в целеустремленности, смелости, хвастовстве. Агрессивность дает преимущества животному при добыче пищи и обороне. Такой типаж агрессивного, быстрого реагирования («спецназ») встречается у всех живых существ, начиная с бактерий. Внутри популяций любого вида животных имеются «пассионарии» (по Гумилеву) - это генетические мутанты с каким-либо биохимическим дефектом, который дает им преимущества в скорости, реактивности осуществления своих целей и замыслов (например, больные подагрой у людей). **Пассивный вариант поведения - «бегство» или «депрессия».** У животных и человека проявляется в склонности прятаться, в угнетенности, в подчинении действующей силе, в страхе, в истерии. Устойчивость животных к воздействию факторов среды определяется индивидуальными особенностями их нейрохимии/нейроэндокринологии, например, особенностями пола. Так, самцы более склонны демонстрировать тип поведения «борьба», чем самки. Это

связано с активностью **тестостерона**, определяющего тип поведения самца, более агрессивный, чем у самок. Повышенная агрессивность самцов дает им возможность более оперативного и адекватного реагирования на быстро меняющиеся внешние условия. В результате самцы правильнее (точнее), чем самки, справляются с новыми и экстремальными ситуациям. Однако затем самцам приходится платить за точность и адекватность реакции своей жизнью («цена адаптации») – они быстро гибнут от пережитого стресса (в особенности самцы-лидеры). Наоборот, физиологические особенности самок дают им возможность для более адекватного реагирования на медленно меняющиеся внешние условия. В результате самки принимают эстафету приспособления у самцов и обеспечивают продолжение рода.

**Формы адаптивного поведения.** Формы адаптивного поведения животных принято разделять на: 1) **врожденные** (таксисы, тропизмы, рефлекс и инстинкты), и 2) **приобретенные** в процессе индивидуального развития. Базовые шаблонные инстинкты: 1) **Ориентировочное** поведение или, иначе, рефлекс «Что такое?» включает массу реакций: а) Расширение зрачка, снижение порогов чувствительности к ряду сенсорных раздражителей; повороты ушей, головы и туловища в сторону источника раздражения, принюхивание. В ЭЭГ наблюдается блокада альфа-ритма и рост частоты колебаний, появление кожно-гальванической реакции; б) Углубление дыхания. Кровоток в мозге усиливается, а в мышцах конечностей и в ЖКТ снижается. 2) **Оборонительное** поведение (агрессия). В сомато-моторных реакциях проявляется в выгибание спины, в шипении и выпускании когтей. В вегетативных реакциях проявляется в учащении ритмов дыхания и сердца, в расширении зрачков и пилоэрекции в области спины и хвоста. Артериальное давление и кровоток в скелетных мышцах при этом возрастают, а кровоток в желудочно-кишечном тракте снижается. 3) **Пищевое** поведение по своим реакциям противоположно оборонительному поведению. Его можно вызвать при местном электрическом раздражении зоны, расположенной в гипоталамусе на 2-3 мм дорсальнее «зоны оборонительного поведения». Подойдя к миске,

такое животное начинает есть, даже если оно не голодно, и при этом пережевывает несъедобные предметы. Такое поведение сопровождается увеличенным слюноотделением, повышением моторики и кровоснабжения желудочно-кишечного тракта и снижением кровотока в скелетных мышцах. 5)

**Половое** поведение и репродуктивная функция. В средней и задней частях гипоталамуса есть «зона вознаграждения», которая совпадает с «зоной регуляции полового поведения». Раздражение «зон вознаграждения» вызывает чувства радости, удовлетворения, которые неизменно сопровождались эротическими переживаниями.

**Половое поведение.** Базовая поведенческая стратегия самцов - интенсивное исследование предметов и мест. Для контактов между самцами более характерна высокая частота агрессии, угроза, стремление к изоляции. В контактах между самками преобладает стремление к коммуникации, самки более склонны «подстраиваться» под партнера. Общим в стратегии поведения и самцов и самок является подражание лидеру. Существует большая разница между адаптационными возможностями самцов и самок. И эта разница имеет объективные генетические и экологические причины. У карликовых **шимпанзе рода банобо** нет разделения полов по социальному статусу, как это принято у шимпанзе и у человека. Самцы и самки банобо абсолютно равноправны, в зависимости от конкретных условий лидерами семей становятся то те, то другие, всюду царит взаимопомощь и взаимозаменяемость, **социальная гармония**.

**Экологическая роль врожденных и приобретенных форм поведения.** Чем стабильнее условия окружающей среды, тем в большей степени поведение животного может опираться на видовой опыт предков, «записанный» в генотипе, т.е. на рефлексy и инстинкты. Однако, одних только врожденных форм поведения явно недостаточно, чтобы обеспечить выживание. Часто даже небольшие изменения стандартной ситуации вызывают сбой инстинктивных программ. Например: 1) Чуть выкатившееся из гнезда яйцо уже не считается яйцом и может быть



брошено на произвол судьбы или даже съедено матерью. 2) В норме львы никогда не охотятся вблизи своего логова; им необходимо отойти на определенное расстояние, чтобы включился инстинкт убийства. Однако стресс способен сбить работу этой шаблонной программы: львы начинают путать «зону логова» с «зоной охоты» и съедают своих детей. 3) В ситуации сильного стресса птицы вместо агрессивного поведения чистят перья, клюют землю.

Можно выделить **4 базовых условия естественного отбора на высокий интеллект**: 1) Жизнь в сложно построенной группе. 2) Сложная система взаимной сигнализации и поведения. 3) Питание пищей, которой в природе мало. 4) Сбор пищи впрок, про-запас.

## Лекция 4

### Общий адаптационный синдром

**Аннотация.** Данная тема раскрывает суть концепции общего адаптационного синдрома.

**Ключевые слова.** Общий адаптационный синдром, стадии стресса, стресс-реализующая система, стресс-лимитирующая система, структурный след, белки теплового шока, закон Арндта-Шульца

### Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме;
- В дополнение к лекции есть презентация, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.
- В качестве самостоятельной работы предлагается написать рефераты, раскрывающие суть концепции общего адаптационного синдрома и ее значение для экологии, и выступить с устными докладами.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы к каждой лекции и тесты.

### Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. <http://zilant.kpfu.ru/course/view.php?id=17180>

2. <http://www.iopc.knc.ru/ru/institute/staff/zobov.php>
3. <http://bse.sci-lib.com/article128623.html>
4. <http://rosnord.ru/strategy/standpoint/78-problemy-adaptatsii-cheloveka-k-usloviyam-krajnego-severa>
5. [http://www.sportfarma.ru/s\\_farm\\_sredstva\\_adapto.htm](http://www.sportfarma.ru/s_farm_sredstva_adapto.htm)
6. <http://meduniver.com/Medical/Physiology/100.html>
7. <http://rh-conflict.narod.ru/student/patfiz/bxstres.htm>
8. <http://max.1gb.ru/learn/med002.shtml>
9. [http://imp.rudn.ru/psychology/animal\\_psychology/index.html](http://imp.rudn.ru/psychology/animal_psychology/index.html)
10. <http://www.cycloport.ru/glava-2-nespecificheskie-adaptacionnye-reakcii-organizma?page=0,0>
11. <http://bookap.info/okolopsy/fabri/>
12. <http://groh.ru/gro/zorina/zorina5.html>
13. [http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07\\_3.html](http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07_3.html)
14. <http://lugor.org.ua/publ/3-1-0-667>
15. <http://www.ref.by/refs/50/11190/1.html>
16. <http://new.volsu.ru/Student/Faculty/fen/docs/Fiziologiya%20adaptacii%202010.pdf>
17. [Презентация](#)

## Глоссарий

**Стресс-реакция** (англ. stress - напряжение) - особое состояние организма позвоночных животных, возникающее в ответ на сильный внешний раздражитель.


**Селье Ганс** (Selye; 1907 г. - 1982 г.) - канадский биолог-физиолог, создатель учения о стрессе.

**Резистентность** (лат. resistentia - сопротивление, противодействие; син. сопротивляемость) - устойчивость организма к воздействию различных повреждающих факторов.

### Вопросы для изучения:

1. Стресс-реакция или общий адаптационный синдром Г. Селье
2. Экологическая роль аварийной стадии стресса
3. Резистентность. Характеристика элементов стресс-реализующей и стресс-лимитирующей систем. Характеристика "структурного следа".  
Функции "стрессовых белков"
4. Элементы сходства 1-й и 3-й стадии ОАС. Условия реализации 3-й стадии ОАС и ее возможные исходы. Разница в понятиях резистентность и адаптация. Эустресс и дистресс.
5. Закон Арндта-Шульца

### **Общий адаптационный синдром. Возможности избегания неблагоприятных факторов.**

 Признаки общего адаптационного синдрома (ОАС) формируются несколько дней в ходе 3-х стадий стресс-реакции: **1) Стадия тревоги** (аварийная стадия). Организм как будто бы «опускает руки» и отказывается сопротивляться - организм «опускается» в «**функциональную яму**» до нижнего порога гомеостаза. Органы и системы функционируют на пределе своих физиологических возможностей и не могут обеспечить оптимальный адаптивный эффект. Биологический смысл аварийной стадии – элиминация из популяции адаптационно-слабых особей. **2) Стадия резистентности**. На самом дне «функциональной ямы» в здоровом организме происходит мобилизация новой «функциональной системности» организма. Эффективность мер анти-стрессовой защиты организма определяется гармоничной (слаженной) работой 2-х систем: а) стресс-реализующей системы, б) стресс-лимитирующей системы. **Стресс-реализующая система (эрготропная)**, активированная еще в 1-й стадии тревоги, обеспечивает выброс в ткани и в кровь медиаторов - дофамина и норадреналина и гормонов - адреналина, кортизола, тестостерона. **Стресс-лимитирующая система (трофотропная)** активируется в качестве противовеса (противо-

вектора) стресс-реализующей системе, минимизируя избыточно активированные физиологические функции. На стадии резистентности адаптивные реакции организма постепенно переключаются на более глубокие уровни - тканевой, клеточный и субклеточный. Так формируется «**структурный след**», имеющий следующие характеристики: растёт количество мембранных структур, которые отвечают за восприятие клеткой управляющих сигналов. Энергетический обмен клетки переходит на более экономные пути, благодаря генерации новых митохондрий с большим КПД. Возрастает экспрессия генов, кодирующих синтез короткоживущих белков резистентности **шаперонов HSP70 и HSP90** (синонимы: «**белки теплового шока**», «**стрессовые белки**»). 3) **Стадия истощения (или дезадаптации)**. Характер деятельности эндокринных желез очень близок к тому, что наблюдается в стадии тревоги. Исходом стадии истощения может быть: 1) либо смерть, 2) либо запуск программы ускоренного старения организма (прогерия и фенотоз). Возникающие в связи со стрессом проблемы понятны также с позиций известного **закона Арндта-Шульца** - слабые раздражители возбуждают, средние – усиливают, сильные - тормозят, а очень сильные - парализуют активность живых систем.

## Лекция 5

### **Фенотоз и прогерия**

**Аннотация.** Данная тема раскрывает экологическое значение стресса, фенотоза и прогерии

**Ключевые слова.** Фенотоз, прогерия, психосоматическая дезадаптация, синдром лемминга

### **Методические рекомендации по изучению темы**

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме;
- В дополнение к лекции есть презентация, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.

- В качестве самостоятельной работы предлагается написать рефераты, раскрывающие экологическое значение стресса, фенотоза и прогерии, и выступить с устными докладами.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы к каждой лекции и тесты.

### Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. <http://zilant.kpfu.ru/course/view.php?id=17180>
2. <http://www.iopc.knc.ru/ru/institute/staff/zobov.php>
3. <http://bse.sci-lib.com/article128623.html>
4. <http://rosnord.ru/strategy/standpoint/78-problemy-adaptatsii-cheloveka-k-usloviyam-krajnego-severa>
5. [http://www.sportfarma.ru/s\\_farm\\_sredstva\\_adapto.htm](http://www.sportfarma.ru/s_farm_sredstva_adapto.htm)
6. <http://meduniver.com/Medical/Physiology/100.html>
7. <http://rh-conflict.narod.ru/student/patfiz/bxstres.htm>
8. <http://max.1gb.ru/learn/med002.shtml>
9. [http://imp.rudn.ru/psychology/animal\\_psychology/index.html](http://imp.rudn.ru/psychology/animal_psychology/index.html)
10. <http://www.cycloport.ru/glava-2-nespecificheskie-adaptacionnye-reakcii-organizma?page=0,0>
11. <http://bookap.info/okolopsy/fabri/>
12. <http://groh.ru/gro/zorina/zorina5.html>
13. [http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07\\_3.html](http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07_3.html)
14. <http://lugor.org.ua/publ/3-1-0-667>
15. <http://www.ref.by/refs/50/11190/1.html>
16. <http://new.volsu.ru/Student/Faculty/fen/docs/Fiziologiya%20adaptacii%202010.pdf>
17. [Презентация](#)

### Глоссарий

**Фенотоз** – генетически запрограммированная смерть организма.



**Деадаптация психосоматическая (или синдром лемминга)** – повышение чувствительности (аллобиоз) к любым раздражителям внешней среды после перенесенного стресса.

**Толерантность** (с англ., фр. *tolerance* - *терпимость*) – выносливость вида по отношению к колебаниям какого-либо экологического фактора.

### **Вопросы для изучения:**

1. Экологический смысл самоубийства тихоокеанских лососей.
2. Психосоматическая деадаптация.
3. Условия выключения программ фенотоза и прогерии

### **Условия включения программ фенотоза и прогерии.**

Гормональные сдвиги при стрессах и старении всех позвоночных и человека практически совпадают – все они основаны на феномене ОАС.



Это связано с тем, что нейро-эндокринная и иммунная система у всех позвоночных животных построена по единому проекту. Наиболее ярким примером природного феномена под названием **фенотоз**, т.е. запрограммированной смерти особи, является судьба тихоокеанского лосося. Тихоокеанский лосось рода *Oncorhynchus* неизбежно гибнет после первого же в жизни нереста. Самоубийство тихоокеанских лососевых не связано с перерасходом энергии, т.к. даже, когда лосось нерестится в совсем коротких речках - рыбы все равно умирают в 2-х-недельный или месячный срок после нереста. Ключевыми стимулами к включению программы ускоренного старения (**прогерии**) служат: 1) переход тихоокеанских лососей из морской воды в пресную, 2) вымет половых продуктов, 3) стрессы от переуплотнения на нерестилищах.

**Экологический смысл самоубийства** тихоокеанских лососей: 1) очистка сообщества организмов от ставших лишними особей. 2) тела погибших рыб служат источником пищи для речных беспозвоночных, которые поедаются маленькими лососями. **Физиологический смысл**

**самоубийства** - в процессе нереста и после окончания нереста «**гормональная ось стресса**» находится в перевозбужденном состоянии, обеспечивая гиперпродукцию гипофизарных гормонов и гормонов коры надпочечников.

### **Тема 3. Экологическая физиология**

#### **Лекция 6**

#### **Внутренняя среда организма и мозга**

**Аннотация.** Данная тема раскрывает особенности внутренней среды представителей различных таксонов животных.

**Ключевые слова.** Внутренняя среда организма, внутренняя среда мозга, гемато-энцефалический барьер, эритроциты, лейкоциты, тромбоциты, дыхательные пигменты, гемоглобин, миоглобин, клеточный метаболизм, типы дыхания животных, адаптация к нырянию

#### **Методические рекомендации по изучению темы**

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме;
- В дополнение к лекции есть презентация, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.
- В качестве самостоятельной работы предлагается написать рефераты, раскрывающие особенности внутренней среды представителей различных таксонов животных и выступить с устными докладами.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы к каждой лекции и тесты.

#### **Основная литература**

1. Зобов В.В. Физиология адаптаций [Электронный ресурс <http://tulpar.kfu.ru/course/view.php?id=2291>]. Учебное пособие: полный курс лекций. - Режим доступа: курс доступен только зарегистрированным слушателям. - Казань: КФУ, 2013.
2. Зобов В.В. Экология животных [Электронный ресурс <http://tulpar.kfu.ru/course/view.php?id=2290>]. Учебное пособие: полный курс

- лекций. - Режим доступа: курс доступен только зарегистрированным слушателям. - Казань: КФУ, 2012.
3. Иванов А.А., Войнова О.А. Сравнительная физиология животных. –М.: Лань. -2010. -416 с.
  4. Голубев В.Н., Апчел В.Я., Даринский Ю.А. Физиология человека и животных. Учебник для студентов учреждений высшего педагогического профессионального образования. –М.: Академия. -2013. – 448 с.
  5. Дудель Й., Шмидт Р., Тевс Г. Физиология человека (в 3-х томах). Перевод со 2-го, дополненного и переработанного английского издания (23-е немецкое издание). –М.: Мир. -2012. -865 с.
  6. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная. –М.: Советский спорт. -2013. -620 с.
  7. Фаллер А., Шюнке М. Анатомия и физиология человека. –М.: Бином. Лаборатория знаний. -2013. -537 с.
  8. Тягунов Г.В., Ярошенко Ю.Г. Экология. –М.: КноРус. -2014. -314 с.
  9. Сравнительная физиология животных: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 110401 - "Зоотехния" / [А. А. Иванов, О.А. Войнова, Д.А. Ксенофонтов и др.].—Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010.—414 с.: ил., табл.; 24.—(Учебники для вузов, Специальная литература).—Авт. указаны на обороте тит. л.—Библиогр. в конце гл.— ISBN 978-5-8114-0932-7((в пер.)), 1000
  10. Сравнительная физиология животных. В 3-х томах / Под ред Л. Проссера / М.: Мир, –1977, 1978.
  11. Макфедьен Э. Экология животных. Цели и методы. -М.: Мир, 1965. -375 с.
  12. Наумов Н.П. Экология животных (2-е изд. перераб.). - М.: Изд-во Советская наука., 1963. - 619 с.

#### **Рекомендуемые информационные ресурсы:**

1. <http://zilant.kpfu.ru/course/view.php?id=17180>
2. <http://www.iopc.knc.ru/ru/institute/staff/zobov.php>

3. <http://bse.sci-lib.com/article128623.html>
4. <http://rosnord.ru/strategy/standpoint/78-problemy-adaptatsii-cheloveka-k-usloviyam-krajnego-severa>
5. [http://www.sportfarma.ru/s\\_farm\\_sredstva\\_adapto.htm](http://www.sportfarma.ru/s_farm_sredstva_adapto.htm)
6. <http://meduniver.com/Medical/Physiology/100.html>
7. <http://rh-conflict.narod.ru/student/patfiz/bxstres.htm>
8. <http://max.1gb.ru/learn/med002.shtml>
9. [http://imp.rudn.ru/psychology/animal\\_psychology/index.html](http://imp.rudn.ru/psychology/animal_psychology/index.html)
10. <http://www.cycloport.ru/glava-2-nespecificheskie-adaptacionnye-reakcii-organizma?page=0,0>
11. <http://bookap.info/okolopsy/fabri/>
12. <http://groh.ru/gro/zorina/zorina5.html>
13. [http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07\\_3.html](http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07_3.html)
14. <http://lugor.org.ua/publ/3-1-0-667>
15. <http://www.ref.by/refs/50/11190/1.html>
16. <http://new.volsu.ru/Student/Faculty/fen/docs/Fiziologiya%20adaptacii%202010.pdf>
17. [Презентация](#)

### **Глоссарий**

**Основной обмен** - один из показателей интенсивности обмена веществ и энергии в организме; выражается количеством энергии, необходимой для поддержания жизни в состоянии полного физического и психического покоя, натощак, в условиях теплового комфорта.

### **Вопросы для изучения:**

1. Особенности эритроцитов беспозвоночных и позвоночных.
2. Гематоэнцефалический барьер.

3. Основные типы дыхательных пигментов. Адаптационный выигрыш от включения гемоглобина в состав эритроцитов. Кислородная емкость миоглобина и гемоглобина
4. Две основные функции клеточного метаболизма.
5. Дыхание – тканевое, кожное, трахейное.
6. Адаптации к дефициту  $O_2$  у олигохет. Жаберное дыхание.
7. Легочное дыхание. Особенности дыхания птиц в покое и в полете. Факторы, влияющие на потребление  $O_2$ .
8. Адаптация к нырянию

**Внутренняя среда организма.** У позвоночных существует 3 типа жидкостей, составляющих внутреннюю среду организма и между которыми идет непрерывный обмен веществ: кровь, лимфа и тканевая жидкость. У высших животных кровь состоит из: плазмы - жидкой части крови бледно-желтого цвета (55-60% от общего объема крови), сыворотка крови – это плазма, лишенная фибрина и кровяных клеток – лейкоцитов, тромбоцитов и эритроцитов. Лейкоциты распространены у всех многоклеточных, включая и кишечнополостных. Все **дыхательные пигменты** представляют собой металлопротеиды и подразделяются на 2 группы: Cu-содержащий гемоцианин, Fe-содержащие гемоглобины – Hb, хлорокруорин. гемоэритрин. **Эритроциты и гемоглобин.** Эритроциты у низших животных - это крупные клетки, обладающие ядром и утратившие способность к делению. У более высокоорганизованных животных они становятся: безъядерными. У позвоночных Hb находится в эритроцитах. **Сродство к кислороду и формы гемоглобина.** Сродство дыхательных пигментов к кислороду может быть разным в зависимости от среды обитания. Например, Hb форели имеет  $P_{50}=30$ , а иловый червь *Tubifex* - 0,6. **Миоглобин** – Mb (мышечный Hb) находится в скелетной и сердечной мышцах. Миоглобин имеет большее сродство к кислороду, чем Hb крови.

**Внутренняя среда мозга.** В процессе эволюции вокруг ЦНС у высокоорганизованных животных выделилось еще одно особое пространство, содержащее цереброспинальную (спинномозговую) жидкость (ликвор), и окруженное гемато-энцефалическим барьером (ГЭБ), непроницаемым для большей части веществ, содержащихся в гемолимфе и тканевой жидкости. ГЭБ возник 0,5 млрд. лет назад у всех таксонов, способных к сложному поведению - у позвоночных, головоногих моллюсков и членистоногих.

**Клеточный метаболизм.** У всех организмов клеточный метаболизм выполняет 2 основные функции: 1) Обеспечивает клетку АТФ, т.е. «энергетической валютой». 2) Производит сырье (малые молекулы) и биологические восстановители в виде НАДФ-Н для биосинтеза крупных молекул в виде нуклеиновых кислот, липидов, углеводов, белков и ферментов.

**Дыхание.** Кислород необходим для процессов окислительного фосфорилирования, то есть для синтеза АТФ. Без энергии АТФ прекращают работу мембранные насосы, транспортирующие ионы против градиента концентрации, прекращается синтез медиаторов, ферментов, рецепторов.

**Поглощение кислорода тканями.** Все клеточные поверхности проницаемы для кислорода. Основной путь проникновения кислорода в клетки и ткани – простая диффузия. **Типы дыхания у разных животных.** Поскольку все клетки проницаемы для кислорода, все многоклеточные животные в той или иной мере обладают кожным дыханием. У угрей через кожу поступает 60%, а через жабры - лишь 40% кислорода.

**Трахеальное дыхание насекомых.** При трахеальном дыхании воздух попадает к клеткам-потребителям без участия крови. Это позволяет насекомым адаптироваться к самым разным условиям жизни.

**Жаберное дыхание.** Жабрами называют дыхательные придатки с хорошо развитой сетью кровеносных сосудов. Жаберное дыхание является основным типом газообмена у рыб, однако, у них возможны и иные формы дыхания - **кожное, кишечное.** Так у иловых рыб (панцирные сомы, вьюнковые и др.) газообмен осуществляется в результате кишечного дыхания за счет густой сети

капилляров вблизи кишечного эпителия. **Легочное дыхание.** У высших позвоночных животных (начиная с земноводных и рептилий) основной тип дыхания легочный. Состоит из 5 этапов: 1) газообмен между легочным и атмосферным воздухом, 2) обмен газов между легочным воздухом и кровью (через аэро-гематический барьер), 3) транспорт газов с кровью по всему организму, 4) газообмен в тканях, 5) клеточный газообмен кислорода и углекислого газа в процессе тканевого метаболизма. В связи летающим образом жизни **акт дыхания у птиц** имеет ряд особенностей. В полете, когда стенки грудной клетки фиксированы, используются обширные воздушные мешки, расположенные между летательными мышцами.

#### **Факторы, влияющие на потребление кислорода животными.**

Потребление кислорода зависит от: 1) активности животного, 2) температуры, 3) времени года и суток, 4) размеров животного, 5) стадии жизненного цикла, 6) генетических особенностей, 7) от снабжения кислородом в предшествующий период.

**Адаптации к нырянию.** У многих амфибий, ныряющих птиц и млекопитающих погружение в воду сопровождается целым комплексом адаптивных реакций: а) ткани способны нормально функционировать в условиях дефицита кислорода, б) расслабление тела и в) брадикардия. Животные, ныряющие неглубоко и ненадолго ныряют на вдохе, т.е. с полными легкими (человек и морские свиньи). Для животных, ныряющих глубоко и надолго (кит-бутылконос, финвал, тюлени, морские слоны) такой способ не приемлем из-за: а) увеличения плавучести, которая ограничивает глубину погружения, и б) возможности развития кессонной болезни (декомпрессия) при всплытии. Основной запас кислорода у животных, ныряющих глубоко и надолго находится не в легких, а в крови и мышцах, в комплексе с Hb и Mb.

**Лекция 7**

#### **Питание и пищеварение**

**Аннотация.** Данная тема раскрывает особенности питания и пищеварения разных животных.

**Ключевые слова.** Пищеварение, ферменты пищеварения, углеводы, жиры, белки, желудок жвачных, копрофагия, хитин, эндопаразитизм

### **Методические рекомендации по изучению темы**

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме;
- В дополнение к лекции есть презентация, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.
- В качестве самостоятельной работы предлагается написать рефераты, раскрывающие особенности питания и пищеварения разных животных и выступить с устными докладами.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы к каждой лекции и тесты.

### **Рекомендуемые информационные ресурсы:**

1. <http://zilant.kpfu.ru/course/view.php?id=17180>
2. <http://www.iopc.knc.ru/ru/institute/staff/zobov.php>
3. <http://bse.sci-lib.com/article128623.html>
4. <http://rosnord.ru/strategy/standpoint/78-problemy-adaptatsii-cheloveka-k-usloviyam-krajnego-severa>
5. [http://www.sportfarma.ru/s\\_farm\\_sredstva\\_adapto.htm](http://www.sportfarma.ru/s_farm_sredstva_adapto.htm)
6. <http://meduniver.com/Medical/Physiology/100.html>
7. <http://rh-conflict.narod.ru/student/patfiz/bxstres.htm>
8. <http://max.1gb.ru/learn/med002.shtml>
9. <http://bookap.info/okolopsy/fabri/>
10. <http://groh.ru/gro/zorina/zorina5.html>
11. [http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07\\_3.html](http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07_3.html)
12. <http://lugor.org.ua/publ/3-1-0-667>
13. <http://www.ref.by/refs/50/11190/1.html>
14. <http://new.volsu.ru/Student/Faculty/fen/docs/Fiziologiya%20adaptacii%202010.pdf>



## 15. [Презентация](#)

### Глоссарий


**Амилазы** - амилолитические ферменты, расщепляющие углеводы.

**Протеазы** - протеолитические ферменты, расщепляющие белки.

**Липазы** - липолитические ферменты, расщепляющие жиры на глицерин и жирные кислоты

### Вопросы для изучения:

1. Внутри- и внеклеточное пищеварение. Адаптации к питанию грубой пищей.
2. Типы ферментных систем пищеварения.
3. Последовательность использования запасов энергии при голодании.
4. Роль углеводов и липидов в обеспечении длительных полетов насекомых и птиц
5. Пищеварительные адаптации у травоядных животных - желудок жвачных.
6. Копрофагия. Переваривание хитина.

 **Питание и пищеварение.** Животные имеют самые разнообразные конструкции пищеварительной системы, однако, последовательность процессов пищеварения у всех одна и та же: Рот, отвечающий за начальную механическую переработку пищи. Пищевод. Мускульный желудок для перетирания и начального гидролиза пищи. Кишечник с рядом отделов, обеспечивающих окончательный гидролиз пищи, всасывание и выделение. Большинство животных в качестве основных питательных веществ используют **углеводы, белки, жиры и нуклеиновые кислоты**. Для того, чтобы эти макромолекулы смогли всосаться в кровь и участвовать в метаболизме, организм расщепляет (переваривает) их до простых единиц в процессе «деполимеризация» с

помощью специальных ферментов. **Ферменты, участвующие в пищеварении.** Амилолитические ферменты (**амилазы**), расщепляющие углеводы. Протеолитические ферменты (**протеазы**), расщепляющие белки. Липолитические ферменты (**липазы**), расщепляющие жиры (триглицериды, холестерин и фосфолипиды) на глицерин и жирные кислоты. **При голодании животных** происходит поочередное использование запасов энергии: сначала используются глюкоза и гликоген, затем жиры и, наконец, белки. **Роль липидов в жизни животных.** Насекомые и птицы - липиды служат единственным источником энергии у птиц и многих насекомых (саранча) во время длительного полета, т.к. углеводные источники энергии (гликоген, трегалоза) истощаются через 1 час полета. Плавающие животные - некоторые виды миног в личиночной стадии развития запасают такое количество жира, что в половозрелом состоянии перестают питаться и ЖКТ у них атрофируется. Именно триглицериды служат главным источником энергии для миграции лососевых рыб. Китообразные используют в качестве топлива только жир.

**Особенности питания и пищеварения травоядных (жвачных) животных.** Травоядные животные постоянно решают сложную биохимическую задачу – переваривание компонентов стенки растительных клеток. Для расщепления клетчатки жвачные используют следующие основные адаптации: 1) Только у травоядных животных появились ферменты, расщепляющие бета(1-4)-гликозидные связи в молекуле целлюлозы: целлюлазы и родственные ей гидролазы (пектиназа). 2) Особым образом устроенный желудок. Истинно жвачные имеют 4-х камерный желудок - рубец, сетка, книжка и сычуг, и только затем идет 12-перстная кишка. **Копрофагия** означает поедание фекалий (собака-лайка, кролик, коала и др.). **Переваривание хитина.** После целлюлозы хитин является наиболее распространенным полисахаридом. Он встречается в клеточной стенке грибов, в кутикуле членистоногих, у моллюсков, кольчатых червей и кишечнополостных.

Хитиназа и близкая ей хитобиаза секретируется, например, у дождевых червей, у насекомоядных летучих мышей, птиц, рептилий, рыб и у некоторых растений.

## Лекция 8

### Механизмы экскреции

**Аннотация.** Данная тема раскрывает особенности механизмов экскреции у разных животных.

**Ключевые слова.** Экскреция, аммонотелические, урико(пурино)телические, уреотелические животные, детоксикация аммиака в организме, цикл мочевины, пути экскреции, почки, потовые железы, молочные железы, откладывание

### Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме.
- В дополнение к лекции есть презентация, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.
- В качестве самостоятельной работы предлагается написать рефераты по особенностям механизмов экскреции у разных животных и выступить с устными докладами.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы к каждой лекции и тесты.

### Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. <http://zilant.kpfu.ru/course/view.php?id=17180>
2. <http://www.iopc.knc.ru/ru/institute/staff/zobov.php>
3. <http://bse.sci-lib.com/article128623.html>
4. <http://rosnord.ru/strategy/standpoint/78-problemy-adaptatsii-cheloveka-k-usloviyam-krajnego-severa>
5. [http://www.sportfarma.ru/s\\_farm\\_sredstva\\_adapto.htm](http://www.sportfarma.ru/s_farm_sredstva_adapto.htm)
6. <http://meduniver.com/Medical/Physiology/100.html>
7. <http://rh-conflict.narod.ru/student/patfiz/bxstres.htm>
8. <http://max.1gb.ru/learn/med002.shtml>

9. [http://imp.rudn.ru/psychology/animal\\_psychology/index.html](http://imp.rudn.ru/psychology/animal_psychology/index.html)
10. <http://www.cycloport.ru/glava-2-nespecificheskie-adaptacionnye-reakcii-organizma?page=0,0>
11. <http://bookap.info/okolopsy/fabri/>
12. <http://groh.ru/gro/zorina/zorina5.html>
13. [http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07\\_3.html](http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07_3.html)
14. <http://lugor.org.ua/publ/3-1-0-667>
15. <http://www.ref.by/refs/50/11190/1.html>
16. <http://new.volsu.ru/Student/Faculty/fen/docs/Fiziologiya%20adaptacii%202010.pdf>
17. [Презентация](#)

### Глоссарий

**Экскреция** - процесс выведения из организма веществ-отходов, образовавшихся в ходе метаболических процессов.

**Аммонотелические животные** – животные, выделяющие преимущественно аммиак.

**Урикотелические (или пурилотелические) животные** – животные, выделяющие преимущественно мочевую кислоту (рептилии, насекомые и птицы).

**Уреотелические животные** – животные, выделяющие преимущественно мочевины.

### Вопросы для изучения:

1. Аммонιο-, урико(пурино)- и уреο- телические животные.
2. Роль среды обитания и стадии метаморфоза в определении способа выделения азота. Особенности экскреции головастика и лягушек
3. Способы избавления от излишков азота у сухопутных животных и у птиц. Особенности продуктов экскреции у птиц. Ареал распространения урикотелических животных

4. Пути детоксикации эндогенного аммиака.
5. Адаптации складчатогубов *Tadarida brasiliensis* к избытку аммиака.
6. Цикл мочевины.
7. Пути экскреции. Основная функция почек. Функции потовых желез.
8. Откладывание как форма очистки организма

**Выделение продуктов азотистого обмена.** В процессе распада белков, нуклеиновых кислот и других азот-содержащих соединений в организме животных образуются такие азотистые вещества как аммиак, мочевины, мочевиная кислота – все они подлежат выведению из организма. Токсичность их падает в ряду аммиак-мочевина-мочевиная кислота. Аммиак для организмов с развитой ЦНС представляет очень серьезную биохимическую проблему. Первые симптомы токсического действия  $\text{NH}_3$  у высших позвоночных (птицы, млекопитающие) связаны с повреждением альвеолярных мембран. Затем  $\text{NH}_3$ , попадая в кровь, защелачивает ее. В зависимости от того, в какой преимущественной форме выводится из организма азот, животные делятся на 3 группы: 1) Выделяющие свободный аммиак (обычно в виде аммонийного иона) - аммио-телические (простейшие, многие водные беспозвоночные, большинство позвоночных – костные рыбы и личинки амфибий). 2) Выделяющие мочевую кислоту – урико-телические (рептилии, насекомые и птицы). Выделяющие гуанин - гуано-телические (пауки и скорпионы). Существует и более общий термин – пурино-телические. 3) Выделяющие мочевины – урео-телические (млекопитающие),

**Среда обитания и способ выведения азота из организма. Рыбы.** У



пресноводных костистых рыб аминный азот транспортируется кровью в виде глутамина, но через жабры он выделяется в виде  $\text{NH}_3$ . **Земноводные.** Головастики, обитающие только в воде, выделяют азот в виде  $\text{NH}_3$  через жабры. У взрослой сухопутной лягушки в печени уже появляются ферменты синтеза мочевины и аминный азот у лягушки почти целиком выделяется в виде мочевины. **Птицы.** У птиц  $\text{NH}_3$  превращается в

мочевую кислоту, которая плохо растворима в воде. Поэтому моча птиц - это полутвердая масса, состоящая из кристаллов мочевой кислоты и очень малого количества воды. **Млекопитающие** – в процессе эволюции приобрели способность выделять аминный азот в виде мочевины – рН-нейтрального, водорастворимого и нетоксичного соединения. Однако за синтез мочевины приходится платить расходом значительного количества энергии. Великолепный **адаптационный механизм** выработан у бразильских летучих мышей (складчатогубы *Tadarida brasiliensis*). Этот механизм позволяет складчатогубам противостоять очень высоким концентрациям  $\text{NH}_3$  в воздухе пещер. Во-первых, альвеолярные мембраны защищены от ожогов  $\text{NH}_3$  секретией слизи. Во-вторых, складчатогубы устойчивы к высокому содержанию  $\text{NH}_3$  в крови; избыток  $\text{NH}_3$  нейтрализуется избытком  $\text{CO}_2$  в кровеносной системе.

**Мочевина.** Синтез мочевины по Кребсу происходит следующим образом. В печени урео-телических животных содержится орнитин, который взаимодействуя с  $\text{CO}_2$  и  $\text{NH}_3$ , образует цитруллин. Из цитруллина и  $\text{NH}_3$  синтезируется аргинин. Аргинин с помощью аргиназы расщепляется на мочевину и орнитин. Т.о., образование мочевины у позвоночных представляет собой замкнутый процесс - «цикл мочевины». **Мочевая кислота.** Все урико-телические животные обитают в условиях относительно малой оводненности. Мочевая кислота может безболезненно накапливаться в организме урико-телических животных в больших количествах, вплоть до состояния кристаллизации. **Пути экскреции.** Наиболее примитивными органами экскреции являются контракильная вакуоль (простейшие) и протонефридии (у плоских червей и немертин). Главными органами выделения у позвоночных являются **почки**. **Потовые железы** выступают у животных, прежде всего, как органы регулирования температуры тела, но они выполняют и выделительную функцию. У млекопитающих есть особая форма потовых желез - **млечные железы**. Отличие секрета этих желез от секрета потовых желез заключается в большем содержании жира и белков (казеин, лактоглобулин, альбумин) и

молочного сахара. **Откладывание как форма очистки организма.** Образование и рост ногтей, волос, перьев является средством выделения азотсодержащих продуктов белкового обмена, а также освобождения от токсинов.

#### **Тема 4. Размножение: механизмы репродуктивного поведения**

#### **Лекция 9**

##### **Экология и физиология размножения**

**Аннотация.** Данная тема раскрывает механизмы репродуктивного поведения млекопитающих.

**Ключевые слова.** Тактики размножения, забота о потомстве, иерархия полов, механизмы поддержания социальной гармонии, шимпанзе рода банобо, физиология размножения, гонады, эструс, эструсное поведение, овуляция, моно- и полиэстральные животные, сезонность размножения, эпифиз, мелатонин, лактация, лактационный анэструс, природная контрацепция

##### **Методические рекомендации по изучению темы**

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме;
- В дополнение к лекции есть презентация, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.
- В качестве самостоятельной работы предлагается написать рефераты, раскрывающие механизм репродуктивного поведения млекопитающих и выступить с устными докладами.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы к каждой лекции и тесты.

##### **Основная литература**

1. Зобов В.В. Физиология адаптаций [Электронный ресурс <http://tulpar.kfu.ru/course/view.php?id=2291>]. Учебное пособие: полный курс лекций. - Режим доступа: курс доступен только зарегистрированным слушателям. - Казань: КФУ, 2013.
2. Зобов В.В. Экология животных [Электронный ресурс <http://tulpar.kfu.ru/course/view.php?id=2290>]. Учебное пособие: полный курс

лекций. - Режим доступа: курс доступен только зарегистрированным слушателям. - Казань: КФУ, 2012.

3. Иванов А.А., Войнова О.А. Сравнительная физиология животных. –М.: Лань. -2010. -416 с.
4. Голубев В.Н., Апчел В.Я., Даринский Ю.А. Физиология человека и животных. Учебник для студентов учреждений высшего педагогического профессионального образования. –М.: Академия. -2013. – 448 с.
5. Дудель Й., Шмидт Р., Тевс Г. Физиология человека (в 3-х томах). Перевод со 2-го, дополненного и переработанного английского издания (23-е немецкое издание). –М.: Мир. -2012. -865 с.
6. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная. –М.: Советский спорт. -2013. -620 с.
7. Фаллер А., Шюнке М. Анатомия и физиология человека. –М.: Бином. Лаборатория знаний. -2013. -537 с.
8. Тягунов Г.В., Ярошенко Ю.Г. Экология. –М.: КноРус. -2014. -314 с.
9. Сравнительная физиология животных: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 110401 - "Зоотехния" / [А. А. Иванов, О.А. Войнова, Д.А. Ксенофонтов и др.].—Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010.—414 с.: ил., табл.; 24.—(Учебники для вузов, Специальная литература).—Авт. указаны на обороте тит. л.—Библиогр. в конце гл.— ISBN 978-5-8114-0932-7((в пер.)), 1000
10. Сравнительная физиология животных. В 3-х томах / Под ред Л. Проссера / М.: Мир, –1977, 1978.
11. Макфедьен Э. Экология животных. Цели и методы. -М.: Мир, 1965. -375 с.
12. Наумов Н.П. Экология животных (2-е изд. перераб.). - М.: Изд-во Советская наука., 1963. - 619 с.

#### **Рекомендуемые информационные ресурсы:**

1. <http://zilant.kpfu.ru/course/view.php?id=17180>
2. <http://www.iopc.knc.ru/ru/institute/staff/zobov.php>



3. <http://bse.sci-lib.com/article128623.html>
4. <http://rosnord.ru/strategy/standpoint/78-problemy-adaptatsii-cheloveka-k-usloviyam-krajnego-severa>
5. [http://www.sportfarma.ru/s\\_farm\\_sredstva\\_adapto.htm](http://www.sportfarma.ru/s_farm_sredstva_adapto.htm)
6. <http://meduniver.com/Medical/Physiology/100.html>
7. <http://rh-conflict.narod.ru/student/patfiz/bxstres.htm>
8. <http://max.1gb.ru/learn/med002.shtml>
9. [http://imp.rudn.ru/psychology/animal\\_psychology/index.html](http://imp.rudn.ru/psychology/animal_psychology/index.html)
10. <http://www.cycloport.ru/glava-2-nespecificheskie-adaptacionnye-reakcii-organizma?page=0,0>
11. <http://bookap.info/okolopsy/fabri/>
12. <http://groh.ru/gro/zorina/zorina5.html>
13. [http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07\\_3.html](http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07_3.html)
14. <http://lugor.org.ua/publ/3-1-0-667>
15. <http://www.ref.by/refs/50/11190/1.html>
16. <http://new.volsu.ru/Student/Faculty/fen/docs/Fiziologiya%20adaptacii%202010.pdf>
17. [Презентация](#)

### Глоссарий

**Эструс** (течка, половая охота) - внешнее проявление сложного внутреннего процесса под названием овуляции.

**Овуляция** (от лат. ovum – яйцо) – выход зрелой, способной к оплодотворению яйцеклетки из фолликула (мешочек) яичника в брюшную полость с последующим продвижением по маточным трубам к самой матке.

### Вопросы для изучения:

1. Тактики размножения. Адаптационный потенциал самцов и самок. Иерархия полов. Механизм социальной гармонии в популяциях шимпанзе рода банобо

2. Физиология размножения. Общий принцип регуляции процесса размножения. Функциональная роль гормонов гипоталамуса, аденогипофиза и гонад. Эструс и эструсное поведение. Прорецидность. Механизмы запуска овуляции

**Экология размножения.** Тактика размножения организмов очень разнообразна. Например, большинство однолетних растений, множество насекомых и некоторые рыбы (тихоокеанские лососи) размножаются только один раз в течение своей жизни, т.е. используют **тактику одноразового размножения или «концентрированного удара».**



Большинство позвоночных животных используют **тактику повторяющегося размножения.** Более раннее размножение всегда оказывается и более выгодным, т.к. всегда существует определенная вероятность гибели особей. **По количеству потомков** различия также очень велики. Плодовитость рыб намного выше, чем у наземных позвоночных. Количество икры, откладываемой разными видами, очень сильно варьирует - от нескольких штук у полярной акулы до нескольких миллионов у трески и 300 млн. у рыбы-луны. Для большинства рыб более выгодной оказалась стратегия откладывания большого числа икринок. Организм может иметь высокую плодовитость, но не заботиться о потомстве – это стратегия **r-отбора**; в этом случае продолжительность жизни невелика. В случае **K-стратегии** плодовитость невелика, но есть забота о потомстве и более долгая жизнь. **Половая зрелость** у разных видов рыб наступает в разном возрасте, причем во многих случаях самцы созревают на год раньше самок. Раньше созревают рыбы с коротким жизненным циклом (бычки, каспийская килька, хамса, снеток). Рыбы с продолжительным жизненным циклом, например осетровые, становятся половозрелыми в 7-8 (севрюга), 12-13 (осетр) и 18-20 (белуга) лет.

**Физиология размножения.** Размножение большинства позвоночных животных приурочено к определенным сезонам года. Это говорит об участии

ЦНС в восприятии информации о состоянии внешней среды и передаче такой информации к гонадам. Общий принцип регуляции процесса размножения, выглядит следующим образом: Информация от разных источников внешней и внутренней среды направляется в **гипоталамус** («детектор»). Здесь, а также в коре и других отделах мозга, эта информация обрабатывается, усиливается, преобразуется в гуморальный сигнал - синтезируются гипоталамические гонадотропин-рилизинг-факторы, которые, попадая в кровоток стимулируют аденогипофиз. **Аденогипофиз** (передняя доля гипофиза; «регулятор») секретит в кровь «пусковые» гонадотропные гормоны, регулирующие деятельность периферических половых желез (гонад) и у самок, и у самцов: 1) **Лютеинизирующий** гормон (лютеотропин, лютропин) участвует в овуляции, образовании желтого тела, стимулирует секрецию половых гормонов в яичниках и семенниках и др. 2) **Фолликулостимулирующий** гормон (фоллитропин) стимулирует развитие фолликулов в яичниках, развитие семенных канальцев и сперматозоидов. 3) **Пролактин** стимулирует рост молочных желез и секрецию молока. Секреция пролактина усиливается во время акта сосания или при доении под влиянием окситоцина (гормона задней доли гипофиза; иное название **окситоцина** - «гормон нежности и привязанности, **гормон заботы о потомстве**, материнского/отцовского инстинкта, эмпатии»). 4) Периферические половые железы – гонады («эффекторы») вырабатывают половые гормоны-исполнители (**андрогены и эстрогены**). Андрогены (тестостерон) или мужские половые гормоны образуются как в мужском, так и в женском организме. Обладают анаболическим эффектом; усиливают синтез сократительных белков (актин, тропомиозин, тропонин) и соответствующее развитие мускулатуры у самцов. **Эстрогены** (эстрадиол, эстрон, эстриол) или женские половые гормоны, вызывающие течку (эструс, овуляцию) у самок. **Гестагены** или гормоны желтого тела (**прогестерон**), обеспечивающие имплантацию яйца и развитие беременности. В случае оплодотворения прогестерон подавляет овуляцию, вызывая противозачаточный эффект; поддерживает в матке условия,

необходимые для развития плода, препятствует ее сокращениям, т.е. сохраняет беременность. **Эструс у млекопитающих.** Эструс (течка, половая охота) является внешним проявлением сложного внутреннего процесса под названием овуляция. Некоторым млекопитающим свойственна **«рефлекторная» овуляция.** Эструсное поведение в момент овуляции наблюдается у всех видов млекопитающих, кроме приматов и человека.

## Лекция 10

### Лактационный анэструс

**Аннотация.** Данная тема раскрывает механизм лактационного анэструса у млекопитающих.

**Ключевые слова.**Mono- и полиэстральные животные, менструальные циклы, беременность, роды, фетальный стресс

### Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме;
- В дополнение к лекции есть презентация, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.
- В качестве самостоятельной работы предлагается написать рефераты, раскрывающие механизмы лактационного анэструса у млекопитающих и выступить с устными докладами.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы к каждой лекции и тесты.

### Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. <http://zilant.kpfu.ru/course/view.php?id=17180>
2. <http://www.iopc.knc.ru/ru/institute/staff/zobov.php>
3. <http://bse.sci-lib.com/article128623.html>
4. <http://rosnord.ru/strategy/standpoint/78-problemy-adaptatsii-cheloveka-k-usloviyam-krajnego-severa>
5. [http://www.sportfarma.ru/s\\_farm\\_sredstva\\_adapto.htm](http://www.sportfarma.ru/s_farm_sredstva_adapto.htm)
6. <http://meduniver.com/Medical/Physiology/100.html>

7. <http://rh-conflict.narod.ru/student/patfiz/bxstres.htm>
8. <http://max.1gb.ru/learn/med002.shtml>
9. [http://imp.rudn.ru/psychology/animal\\_psychology/index.html](http://imp.rudn.ru/psychology/animal_psychology/index.html)
10. <http://www.cycloport.ru/glava-2-nespecificheskie-adaptacionnye-reakcii-organizma?page=0,0>
11. <http://bookap.info/okolopsy/fabri/>
12. <http://groh.ru/gro/zorina/zorina5.html>
13. [http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07\\_3.html](http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07_3.html)
14. <http://lugor.org.ua/publ/3-1-0-667>
15. <http://www.ref.by/refs/50/11190/1.html>
16. <http://new.volsu.ru/Student/Faculty/fen/docs/Fiziologiya%20adaptacii%202010.pdf>
17. [Презентация](#)

### Глоссарий

*Анэструс* - стадия полового покоя между двумя эстральными циклами.

### Вопросы для изучения:

1. Моно- и поли- эстральные животные.
2. Менструальные циклы как нездоровая форма бесплодия.
3. Беременность и роды как этапы партнерства между матерью и плодом.  
Фетальный стресс
4. Гормональные циклы, беременность и роды

**Моно- и поли-эстральные млекопитающие.** У лис и косуль течка (эструс) бывает только 1 раз в год и в определенное время года - «сезонно-моноэстральные». Лошадей, овец, коз, благородных оленей и макаков-резусов, у которых бывает несколько течек в определенное время года, называют «сезонно-полиэстральными». Те виды, у которых циклическая активность сохраняется в течение всего года называют «полиэстральными» (крысы, мыши,

коровы, свиньи, шимпанзе, орангутаны). **Гормональные циклы, беременность и роды.** У самок большинства млекопитающих сразу же после 1-й течки и последующего оплодотворения наступает беременность, а затем период лактации. Оба этих фактора блокируют проявления циклической активности (амеорея), оказывая противозачаточный эффект (природная контрацепция).

**Менструальные циклы приматов** представляют нездоровую форму



бесплодия. **Сроки наступления родов.** Основная роль в поддержании беременности принадлежит прогестерону и у некоторых видов резкое снижение концентрации этого гормона означает начало родов. Однако сроки наступления родов регулируются и самим плодом. Сигналом для начала родов может быть «**фетальный стресс**», который возникает в результате иммунологического отторжения зрелого плода материнским организмом.

## Лекция 11

### Сезонный анэструс

**Аннотация.** Данная тема раскрывает механизм сезонного анэструса у млекопитающих.

**Ключевые слова.** Моно- и полиэстральные животные, менструальные циклы, беременность, роды, фетальный стресс

### Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме;
- В дополнение к лекции есть презентация, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.
- В качестве самостоятельной работы предлагается написать рефераты, раскрывающие механизмы сезонного анэструса у млекопитающих и выступить с устными докладами.
- Для проверки усвоения темы имеются вопросы к каждой лекции и тесты.

### Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. <http://zilant.kpfu.ru/course/view.php?id=17180>
2. <http://www.iopc.knc.ru/ru/institute/staff/zobov.php>
3. <http://bse.sci-lib.com/article128623.html>
4. <http://rosnord.ru/strategy/standpoint/78-problemy-adaptatsii-cheloveka-k-usloviyam-krajnego-severa>
5. [http://www.sportfarma.ru/s\\_farm\\_sredstva\\_adapto.htm](http://www.sportfarma.ru/s_farm_sredstva_adapto.htm)
6. <http://meduniver.com/Medical/Physiology/100.html>
7. <http://rh-conflict.narod.ru/student/patfiz/bxstres.htm>
8. <http://max.1gb.ru/learn/med002.shtml>
9. [http://imp.rudn.ru/psychology/animal\\_psychology/index.html](http://imp.rudn.ru/psychology/animal_psychology/index.html)
10. <http://www.cycloport.ru/glava-2-nespecificheskie-adaptacionnye-reakcii-organizma?page=0,0>
11. <http://bookap.info/okolopsy/fabri/>
12. <http://groh.ru/gro/zorina/zorina5.html>
13. [http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07\\_3.html](http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07_3.html)
14. <http://lugor.org.ua/publ/3-1-0-667>
15. <http://www.ref.by/refs/50/11190/1.html>
16. <http://new.volsu.ru/Student/Faculty/fen/docs/Fiziologiya%20adaptacii%202010.pdf>
17. [Презентация](#)

### Глоссарий

*Эпифиз* – нейроэндокринная железа; входит в состав промежуточного мозга (часть эпифаламуса или надбугорья).

### Вопросы для изучения:

1. Сезонность размножения. Роль эпифиза в определении времени зачатия
2. Производители короткого и длинного дня.

3. Функция мелатонина, его влияние на половую активность.
4. Механизмы лактации и лактационного анэструса.
5. Природная контрацепция

**Сезонность размножения и сезонный анэструс.** Для животных, живущих в высоких широтах, жизненно необходимо, чтобы мать приносила потомство только в подходящий сезон, как правило, летом. В остальные (неподходящие) сезоны включается механизм сезонного анэструса, при котором размножение блокировано (природная контрацепция). У мелких животных (золотистые хомячки и др.), имеющих небольшую продолжительность беременности, зачатие и роды могут успеть пройти в течение лета, поэтому их называют «производителями длинного дня». У более крупных животных (овцы, козы, олени), имеющих более продолжительную беременность, спаривание должно происходить осенью или зимой одного года, чтобы роды приходились на лето следующего года. Таких животных называют «производителями короткого дня». **Эпифиз и сезонность размножения.** Как только сетчатка глаза начинает ощущать недостаток света (ночью или осенью и зимой), эпифиз начинает вырабатывать гормон мелатонин, и животное/человека клонит ко сну. Главная функция мелатонина – регуляция цикла «сон-бодрствование». Именно эпифиз отслеживает течение времени. Его работа учитывает изменения продолжительности дня, определяя тем самым сезоны, благоприятные для зачатия и размножения. Мелатонин кроме того тормозит гонадотропную функцию гипоталамо-гипофизарной системы и тормозит половую активность животных.

**Лактация и лактационный анэструс.** Лактация вызывает лактационный анэструс, т.е. блокирование овуляции и неспособность к зачатию (природная контрацепция). У мелких животных (мыши, крысы) с высокими темпам размножения, лактация мало влияет на способность к зачатию. У ряда крупных млекопитающих лактационный анэструс плавно переходит в сезонный анэструс.





**Природная контрацепция** базируется на 2-х принципах: 1) Сезонность размножения, когда с помощью гормона эпифиза (мелатонин) природа «разрешает» реализовать беременность только тогда, когда это безопасно и выгодно виду. 2) Лактация, которая блокирует овуляцию, препятствует зачатию (лактационный анэструс) и наступлению родов сразу вслед за предыдущими. Эти два механизма основаны на совершенно разных импульсах, а именно: 1) на продолжительности светового дня и 2) на частоте сосания. При этом конечный результат один и тот же – подавление секреции гипоталамического гонадотропин-рилизинг-фактора и блок овуляции

*Учебное издание*

**Зобов Владимир Васильевич**

## **ФИЗИОЛОГИЯ АДАПТАЦИЙ**

Подписано в печать 01.09.2014.  
Бумага офсетная. Печать цифровая.  
Формат 60x84 1/16. Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л.2,5.  
Тираж 100 экз. Заказ 323

Отпечатано с готового оригинал-макета  
в Лаборатории оперативной полиграфии УМУ КГУ

420045, г. Казань, ул. Кр. Позитии, 2а  
тел. (843) 272-22-54