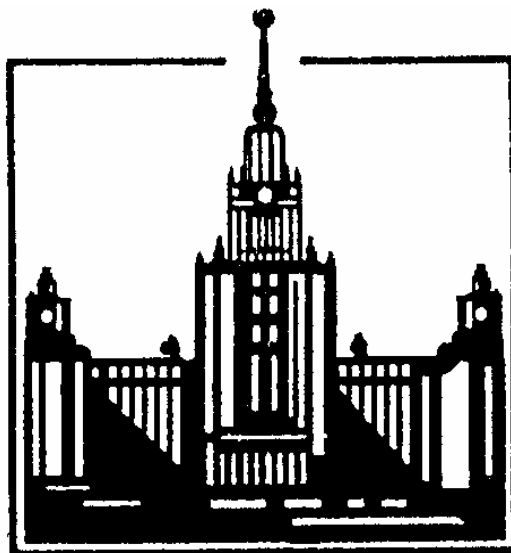


**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. М.В.Ломоносова  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**



**ПРОГРАММЫ  
ЛЕКЦИОННЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ КУРСОВ**

**специальность 03.00.08 – зоология  
специализация – ЗООЛОГИЯ ПОЗВОНОЧНЫХ**



**ЧАСТЬ II**

**Москва 2008**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

---

### ЧАСТЬ II

Предисловие	3
<b>Спецкурсы</b>	
Концепции экологии: история и современность	5
Организм и среда	12
Практикум по экологической физиологии животных	15
Популяционная экология	16
Энергетика особи и демография популяций	20
Молекулярно-генетические методы в систематике и экологии	22
Поведение животных	23
Коммуникация животных	25
Биоакустика высших позвоночных	28
Микротехника	31
Компьютерные методы в биологических исследованиях	32
Практикум по компьютерной морфометрии	34
Методика полевых исследований	36
Анализ данных и компьютерные методы в биологических исследованиях	37
Избранные главы медицинской зоологии	44
Охрана животного мира	46
Спецсеминар «Актуальные проблемы зоологии позвоночных» (4 курс)	48
Спецсеминар «Актуальные проблемы зоологии позвоночных» (5 курс)	50
Факультатив «Биология морских млекопитающих»	52

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Обучение студентов на кафедре зоологии позвоночных ориентировано на подготовку высококлассных специалистов, не только владеющих на современном уровне теоретическими знаниями и практическими навыками по предмету, но и способных погружаться в широкий круг смежных биологических дисциплин.

Предлагаемые студентам спецкурсы и практикумы естественным образом группируются в несколько блоков, последовательно раскрывающих различные аспекты зоологии позвоночных.

Прежде всего, это теоретические курсы и практикумы, знакомящие с биологическим разнообразием позвоночных животных (большой цикл по биологии и систематике амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих). Сравнительная анатомия позвоночных животных и отдельный спецкурс сравнительной анатомии нервной системы позвоночных в совокупности с анатомическим большим практикумом дают современные глубокие представления о строении и эволюции всех систем органов хордовых.

История эволюции позвоночных и закономерности их современного распространения освещаются в лекциях по палеозоологии и зоогеографии.

Разнообразные аспекты экологии раскрываются в лекциях по взаимоотношению организма и среды, экологии животных, энергетике особи и демографии популяций, сопровождающиеся практикумом по экологической физиологии животных. Специфичная сложность поведения позвоночных нашла свое отражение в лекциях по поведению животных, по их коммуникации и по биоакустике. Методический характер носят занятия по микротехнике, по компьютерной морфометрии, по молекулярно-генетическим методам в систематике и экологии, по анализу данных и компьютерным методам в биологических исследованиях и лекции по методикам полевых исследований. Наконец, некоторые прикладные аспекты зоологии позвоночных раскрываются в избранных главах медицинской зоологии и в лекциях по охране животного мира.

Последние годы на кафедре появилось так называемое введение в специальность и спецкурсы по актуальным проблемам зоологии. Это наиболее мобильные по содержанию программы, призванные раскрывать перед студентами широкую палитру современных авангардных направлений в зоологии и в смежных областях науки.

Кроме того, в настоящий сборник вошли программы лекций, читаемых для студентов других кафедр биологического факультета и на других факультетах МГУ.

В заключение следует отметить, что, традиционно бережно сохраняя ядро фундаментальных знаний, программа обучения на кафедре зоологии позвоночных чутко реагирует на возникающие перспективные направления науки и отражает их как в обновляемых, так и в новых основных и факультативных спецкурсах.

Ответственный редактор сборника программ по зоологии позвоночных:  
заведующий кафедрой зоологии позвоночных  
доктор биологических наук, профессор Л.П.Корзун

Редакционная коллегия: д.б.н. Ф.Я.Дзержинский, д.б.н. Б.Д.Васильев, д.б.н.  
И.Р.Бёме, к.б.н. С.В.Огурцов

Общая редакционная коллегия: О.Р.Кольс, Т.В.Веселова, К.Н.Тимофеев

## **КОНЦЕПЦИИ ЭКОЛОГИИ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ**

Задача данного курса – ввести студентов в круг тех идей, которые признаются сообществом экологов наиболее актуальными и потому чаще других обсуждаются на страницах ведущих научных журналов. Специфика экологии такова, что в ней нет строгой теории, аналогичной той, что существует, к примеру, в физике. Теоретическая основа современной экологии – мягкая и гетерогенная, состоящая из разных концепций, порой связанных между собой довольно слабо. Такая структура науки имеет как свои плюсы, так и минусы. Плюс в том, что ничто не препятствует дальнейшему накоплению разнообразной эмпирической информации и появлению новых интерпретаций полученных данных. Минус в том, что предлагаемые гипотезы часто не являются альтернативными по отношению к старым, которые не отвергаются и продолжают существовать наряду с новыми. Складывается парадоксальная ситуация, когда формально все правы, а как на самом деле происходит в природе – никто не знает. Приходится также признать, что концепции, которыми реально руководствуются экологи, *a priori* вовсе не обязательно наилучшим образом описывают изучаемые объекты. Зачастую они в значительной мере предопределены историей своего формирования, и эту историческую составляющую экологических концепций, доставшуюся им как наследие от прошлого, нельзя не учитывать.

История экологии – это не только успехи, но и неудачи. Анализ причин неудач и разбор обстоятельств, тормозящих развитие экологической мысли, не менее важны, чем анализ достижений. Попытка взглянуть на происходящее в экологии как бы со стороны способствует формированию критического отношения к изучаемому предмету и помогает более четко определить свою позицию при обсуждении той или иной конкретной проблемы. Конечно, в кратком курсе рассказать о всех концепциях современной экологии невозможно. Свою задачу автор видит в том, чтобы только на нескольких, наиболее ярких, примерах из разных областей этой науки показать, каким образом исследователям удалось выявить определенные, весьма важные, закономерности устройства изучаемых структур (популяций, сообществ, экосистем). И вместе с тем – попытаться понять, почему некоторые блестящие идеи не были в свое время подхвачены сообществом ученых, а развитие экологии шло довольно медленно.

Мне бы хотелось, чтобы студенты наши, открывая последние номера ведущих экологических журналов, воспринимали публикующиеся там тексты как понятные, чтобы они свободнее ориентировались в кругу проблем, которыми сейчас наиболее активно занимаются экологи. Курс рассчитан на подготовленную аудиторию (предполагается, что все студенты прошли большой курс общей экологии и имеют четкое

представление о предмете этой науки). Курс включает не только лекции, но и обязательное обсуждение со студентами некоторых ключевых статей. Содержание программы, конечно, каждый год должно подвергаться определенному обновлению, поскольку сама наука не стоит на месте.

### **1. Наука, её специфика, взаимоотношение с технологией и мифологией**

Зарождение науки как особой формы культуры (время – V-VI век до н.э.; место – Восточное Средиземноморье). Принципиальное отличие науки от технологии. Методологичность науки: критическое отношение к постановке проблем и путям их решения. Аналитический аспект. Абстрагирование. Миф как универсальная всеобъемлющая модель мира. Уникальность науки в отличие от универсализма технологии и мифологии, возникающих во всех цивилизациях на определенных этапах их развития. Выработка доказательного аппарата науки и появление демократии (строга, подразумевающего развитие культуры дискуссии и искусства убеждения с помощью логики). «Неестественность» научного подхода к анализу окружающего мира. Психологические и культурологические трудности на пути восприятия науки. Уязвимость науки. Наука, прикидывающаяся технологией и эксплуатирующая мифологию.

### **2. Возникновение экологии и её «Золотой век» - 1920-30-е годы. Формирование концептуальной основы. Экология и естественная история**

Введение Э.Геккелем термина «экология» (1866 г.) и его медленное вхождение в науку. Связь с физиологией и идеей эволюционизма. Становление экологии как самостоятельной науки в 20-30-е годы XX века (термины, концепции, модели, эксперименты, попытка осмысления опыта натуралистов). Заимствованные теории (из экономики, термодинамики, физической химии). Г.Спенсер и зарождение системного подхода. Идея подвижного равновесия. Первые математические модели. В.Вольтерра и А.Лотка. «Элементы физической биологии» Лотки (1925 г.): попытка наведения порядка в биологии по образцу физической химии. Раймонд Перль и его популяционная биология. Г.Ф.Гаузе (1910-1986): обгоняющая время попытка синтеза теории и эксперимента в экологии. Множество корней экологии и её «составной» характер. Популяционный и экосистемный подходы. Мягкость (незрелость) общей теоретической основы экологии – дефект или благо? Отсутствие экологических законов. Наследие «естественной истории» – особой (предшествующей биологии) формы организации знания о природе. Естественная история как «называние видимого» (Мишель Фуко).

### **3. Экология сообществ: наследие прошлого и современная ситуация**

Сообщество как совокупность сосуществующих организмов разных видов одного трофического уровня. Давняя традиция изучения сообществ наземных растений: А.Гумбольдт, А.Декандоль, А.Гризебах, Е.Варминг, В.Н.Сукачев. Ф.Клементс и его подход к выделению сообществ. Влияние "новой ботаники", концентрирующей на изучении физиологии и анатомии растений. Отход от флористики. «Физиономичность» растительности. Зависимость сообщества от среды (аналогия отношений «стимул – реакция»). Сообщество как «сверхорганизм». Детерминизм развития организма и сообщества. Концепция климакса. Европейские школы фитосоциологии. Различия в растительности Западной Европы и Северной Америки как одна из причин различий в подходах европейских и американских исследователей. Браун-Бланке и его подход к классификации растительности, основанный на аналогии с линнеевской системой организмов. Совместная встречаемость видов как критерий для выделения сообществ. «Ассоциация» Браун-Бланке в сравнении с «формацией» Клементса. Синтаксономия – рудимент естественной истории? Бесконфликтное сосуществование принципиально различающихся подходов Клементса и Браун-Бланке. Экологический плюрализм.

Традиционный холистический взгляд на сообщество как совокупность разных организмов, образующих высокоинтегрированное целое (Клементс, Сукачев). Индивидуалистический подход еретиков: сообщество – не более, чем совокупность организмов, попавших в одно место и нашедших там подходящие условия для обитания (Л.Г.Раменский и Г.Глисон). Правило «экологической индивидуальности» и континуум растительности. Экологическая ниша и сосуществование конкурирующих видов. Ограниченность применения «нишевой идеологии». «Планктонный парадокс» Хатчинсона и способы его разрешения. Расселение особей. Введение пространства в модели конкуренции и отношений «хищник – жертва». Сосуществование по принципу «камень–ножницы–бумага». Сообщества, организованные в соответствии с расхождением видов по разным нишам. Сообщества, организованные процессами расселения видов и их локальным вымиранием. Теория островной биогеографии Макартура – Уилсона. Равновесное число видов как результат баланс процессов вселения видов на остров и их вымирания. Гипотеза нейтральности Стифена Хаббелла: не отсутствие взаимодействий, а их одинаковость. Экологическая эквивалентность особей разных видов. Различие и сходство как способы достижения сосуществования. Попытка объединенной модели, интегрирующей два механизма сосуществования видов: за счет расхождения ниш и за счёт сближения демографических характеристик.

Соотношение частот встречаемости видов разной численности. Логарифмические серии (Р.Фишер), логнормальное распределение (Престон), модель с нулевой суммой (С.Хаббелл). Модели, построенные на разных вариантах оккупации видами нишевого пространства (Мотомура, Макартур). Разнообразие гипотез и причины «коллективной неудачи»

экологов в попытках объяснить основные закономерности соотношения численностей разных видов. Метасообщество. Проблема выживания редких видов. Гипотезы о преимуществах, даваемых редкостью.

Сообщество как текст. Информационный индекс видового разнообразия (Р.Маргалеф). Бум вокруг слова «биоразнообразие». Новая мифология и её эксплуатация научным сообществом. Взаимоотношения между разнообразием сообщества и его продуктивностью.

#### **4. Макроэкология**

Проблема соотношения пространственно-временных масштабов (scaling) природных процессов и структур. Макроэкология – изучение крупномасштабных закономерностей в структуре видовых ансамблей. Охваченное пространство и масштаб выявления («grain»). Видовое богатство и способы его нормирования. Альфа-, бета-, и гамма-разнообразие (Р.Уиттекер). Зависимость числа выявленных видов от числа просмотренных особей. Рост видового богатства при увеличении площади обследования для организмов разного размера. Распределение числа видов по размерным классам организмов (отдельно для совокупностей водных и наземных организмов). Соотношение массы тела особей и плотности природных популяции (млекопитающие, высшие растения, фитопланктон). Зависимость интенсивности метаболизма от массы тела для разных групп организмов. Эколого-физиологические «константы». Правило энергетической эквивалентности.

#### **5. Трофические сети и многоуровневые системы**

Стабильность, обеспечивающая сложность (Ч.Элтон). Результаты математического моделирования трофических сетей: возрастание сложности не приводит автоматически к большей стабильности (Р.Мэй). Роль компартиментализации (наличия блоков тесно связанных видов) в поддержании устойчивости системы. Роль хищников верхних трофических уровней («top-predators»). Асимметричность структуры трофических сетей и её роль в поддержании стабильности. Система мутуалистических связей. Число трофических уровней в разных экосистемах. Сравнение пелагических и наземных систем. Число уровней и ограничение уровня продуцентов «снизу» и «сверху».

#### **6. Экосистемы и биосфера**

Аддитивность результатов жизнедеятельности организмов – предпосылка для применения интегрирующих показателей. Определение первичной продукции планктона – первый шаг на пути становления экосистемного подхода (Г.Г.Винберг, 1932 г.). Роль физиологического подхода к изучению целого водоёма. Экосистема как совокупность физико-химико-биологических процессов (Р.Линдеман). Трудности на пути принятия экосистемного подхода. Эвтрофирование как функция биогенной



нагрузки. Регрессионные модели и прогностическая теория в экологии (Риглер, Р.Питерс). Биосфера как глобальная экосистема.

### **7. Популяция – структура и динамика**

Различные взгляды на природу популяции. Основные принципы, определяющие динамику численности популяций. Закон экспоненциального роста как аналог первого закона Ньютона. «Закон» ограничения роста любой популяции. Пример из истории экологии: логистическая кривая. Закон возникновения колебаний численности в системе «ресурс – потребитель». Современные эмпирические данные о характере зависимости удельной скорости роста от плотности популяции. Непреходящие споры вокруг плотностно-зависимых факторов. Концепции регуляции численности популяций: общие принципы и разнообразие механизмов (the devil in the detail). Алгоритм выявления причинно-следственных связей в популяционной динамике.

Метапопуляция как совокупность локальных популяций. Предыстория понятия (Ч.Элтон, Н.П.Наумов) и современность (И.Хански). Генетическая структура популяций: расселение и эффект основателя. Снижение генетического разнообразия. Генетические механизмы вымирания редких видов. Размер тела, плотность популяции и накопление вредных мутаций.

### **8. Эволюционный аспект экологии**

Слабое влияние эволюционных воззрений на формирование экологических концепций в первой половине XX века. Попытки ввести эволюционный подход (Ч.Элтон, Г.Ф.Гаузе). Становление представлений о разных стратегиях выживания организмов (Раменский, Макартур, Уилсон, Грайм). Плодотворная идея трейдоффа. Экспериментальные работы по отбору у прокариот. Принцип «Чёрной Королевы». Тенденция увеличения размеров тела («правило Копа»): экологические и генетические последствия. Возникновение полового размножения и устойчивость к дальнейшим изменениям. Половой отбор как экологический фактор. Взаимодействие полового отбора и пресса хищников на эволюцию жертв (пример с природными популяциями гуппи). Дискуссии вокруг эволюции биосферы. «Недарвиновская» эволюция (Г.А.Заварзин). Противоречит ли устройство прокариотных сообществ принципам дарвиновской эволюции? Общая заключительная дискуссия по всему курсу.

### **Литература**

- Левин А.Е. 1977. Миф. Технология. Наука. // Природа. № 3. С. 88-101 (полный текст см.: <http://elementy.ru/lib/430527>).
- Kingsland S.E. 1985 (Second Edition - 1995). Modeling Nature: Episodes in the History of Population Ecology. Chicago: Chicago University Press, 267 pp.

- McIntosh R.P. 1985. The Background of Ecology: Concepts and Theory. Cambridge: Cambridge University Press, 383 pp.
- Новиков Г.А. 1980. Очерк истории экологии животных. Ленинград: Наука, 1980.
- Nicolson M. 1987. Alexander von Humboldt, Humboldtian science and the origins of the study of vegetation // History of Science. Vol. 25, Pt. 2, No. 68. P. 167-194.
- Гиляров А.М., 2003. Становление эволюционного подхода как объяснительного начала в экологии // Журн. общ. биологии. Т. 64. № 1. С. 3-22.
- Гиляров А.М., 2003. Дарвинизм как средство ограничения экологического плюрализма // Журн. общ. биологии. Т. 64. № 5. С. 439-448 (полный текст: <http://file077.mylivepage.com/chunk77/1122095/744/Ghilarov%20-%20Darwinism%20and%20ecological%20pluralism.pdf?3323053142> )
- Гиляров А.М., 2005. Перестройка в экологии: от описания видимого к пониманию скрытого // Вестник РАН. Т. 75. № 3. С. 214-223.
- Работнов Т.А. 1995. История фитоценологии. Москва: Аргус, 158 с.
- Гиляров А.М. 2007. От ниш к нейтральности в биологическом сообществе // Природа. №11. С. 29-37 (полный текст: [http://rogov.zwz.ru/Macroeolution/ghilarov\\_neutral.pdf](http://rogov.zwz.ru/Macroeolution/ghilarov_neutral.pdf) ).
- Элтон Ч. 1960. Экология нашествий животных и растений. М.: Изд-во иностранной литературы, 230 с.
- Турчин П.В., 2002. Есть ли общие законы в популяционной экологии? // Журнал общей биологии. Т. 63. № 1. С. 3-14.
- Гиляров А.М. 2005. Феномен Винберга // Природа. № 12. С. 47-60 (полный текст: [http://vivovoco.rsl.ru/VV/JOURNAL/NATURE/12\\_05/VINBERG.HTM](http://vivovoco.rsl.ru/VV/JOURNAL/NATURE/12_05/VINBERG.HTM))
- Щербаков В.П. 2005. Эволюция как сопротивление энтропии. I. Механизмы видового гомеостаза // Журнал общей биологии. Т. 66. № 3. С. 195-211 (полный текст: <http://elementy.ru/lib/430413> ).
- Щербаков В.П. 2005. Эволюция как сопротивление энтропии. II. Консервативная роль полового размножения // Журнал общей биологии. Т. 66. № 4. С. 300-309 (полный текст: <http://elementy.ru/lib/430413>).
- Гиляров А.М., 2007. Ариаднина нить эволюционизма // Вестник РАН. Т. 77. № 6. С. 508-519 (полный текст: [http://macroevolution.narod.ru/ariadna\\_vestnik.doc](http://macroevolution.narod.ru/ariadna_vestnik.doc)).
- Peters R.H., 1991. A critique for ecology. Cambridge: Cambridge University Press. 366 pp.
- Maurer B., 1999. Untangling ecological complexity: The macroscopic perspective. Chicago, London: The University of Chicago Press. 251 pp.
- Lawton J.H., 1999. Are there general laws in ecology? // Oikos. V. 84. P. 177-192.
- Platt J.R., 1964. Strong inference // Science. V. 146. P. 347-353 (полный текст: [http://256.com/gray/docs/strong\\_inference.html](http://256.com/gray/docs/strong_inference.html) )

- Nicolson M. 1989. National styles, divergent classifications: a comparative case study from the history of French and American plant ecology // *Knowledge and Society: Studies in the Sociology of Science Past and Present*. V. 8. P. 139-186.
- Nicolson M. 1990. Henry Allan Gleason and the individualistic hypothesis: the structure of a botanist's career // *The Botanical Review*, V. 56. P. 91-161.
- Hubbell S.P., 2001. *The unified neutral theory of biodiversity and biogeography*. Princeton and Oxford: Princeton University Press. 375 p.
- McGill B.J., Etienne R.S., Gray J.S., et al., 2007. Species abundance distributions: moving beyond single prediction theories to integration within an ecological framework // *Ecol. Letters*. V. 10. No. 10. P. 995–1015 (синопсис статьи: <http://elementy.ru/news/430675>; там же ссылка на весь текст в открытом доступе).
- Adler P.B., HilleRisLambers J., Levine J.M. A niche for neutrality // *Ecology Letters*. 2007. V. 10 (2). P. 95–104 (синопсис статьи: <http://elementy.ru/news/430460>).
- Chesson P., 2000. Mechanisms of maintenance of species diversity // *Annual Review of Ecology and Systematics*. V. 31. P. 343-366.
- Azovsky A.I., 2002. Size-dependent species - area relationships in benthos, Or whether this world is more diverse for microbes? // *Ecography*. V. 25. P. 273-282.
- Brown J.H., 1995. *Macroecology*. Chicago: University of Chicago Press. 269 p.
- Brown J.H., Maurer B.A. 1989. Macroecology: the division of food and space among species on continents // *Science*. V. 243. P. 1145-1150.
- Enquist B.J., Brown J.H., West G.B., 1998. Allometric scaling of plant energetics and population density // *Nature*. V. 395. P.163-165.
- Rooney N., McCann K., Gellner G., Moore J.C. 2006. Structural asymmetry and the stability of diverse food webs // *Nature*. V. 442. P. 265-269 (синопсис статьи: <http://elementy.ru/news/430293>).
- Bascompte J., Jordano P., Olesen J.M. 2006. Asymmetric coevolutionary networks facilitate biodiversity maintenance // *Science*. V. 312. P. 431-433 (синопсис статьи: <http://elementy.ru/news/430213>).
- Turchin, P., 2003. *Complex population dynamics: a theoretical/empirical synthesis*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Clutton-Brock T.H., Coulson T., 2002. Comparative ungulate dynamics: the devil is in the detail // *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*. V. 357. P. 1285-1298 (полный текст: <http://journals.royalsociety.org/content/kky0neg0bq1twhmw/fulltext.pdf> )
- Sibly R.M., Barker D., Denham M.C., et al., 2005. On the regulation of populations of mammals, birds, fish, and insects // *Science*. V. 309. P. 607-610.
- Gould S.J., Lewontin R.C. 1979. The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme // *Proc. R. Soc. Lond. Ser. B*. V. 205. P. 581-598 (полный текст:

<http://ethomas.web.wesleyan.edu/wescourses/2004s/ees227/01/spandrels.htm>  
1).

**Составитель** - доктор биологических наук, профессор **Алексей Меркурьевич Гиляров**  
(кафедра Общей экологии Биологического ф-та МГУ)

## **ОРГАНИЗМ И СРЕДА**

### **I. Предмет и методы экологии животных**

1. Определение экологии как науки, изучающей:

- а) взаимодействие организма и среды;
- б) закономерности формирования и взаимодействия со средой популяций отдельных видов;
- в) закономерности формирования и развития сообществ живых организмов (биоценозов).

2. Основные задачи экологии. Связь ее с другими биологическими дисциплинами (морфология, физиология, систематика, биогеография, палеонтология). Экология и эволюция.

3. Краткий очерк истории экологии. Пути развития русской экологии (Паллас, Рулье, Н. Северцов, Миддендорф и др.). Основные направления современной экологии.

4. Экология и хозяйственная деятельность человека (животноводство, сельское и лесное хозяйство, здравоохранение, охотничье и рыбное хозяйство). Роль экологии в создании научных основ рационального использования и охраны ресурсов биосферы.

### **II. Организм и среда**

1. Общие закономерности взаимодействия организмов и среды. Абиотические и биотические факторы среды. Пути и способы их воздействия на организм; прямое и косвенное влияние, сигнальное значение. Специфика отношения со средой у животных; роль нервной системы и поведения. Единство организма и среды как исторически сложившееся взаимодействие вида с абиотическими и биотическими условиями.

2. Теплообмен животных и температура среды. Воздействие температуры на организм; верхний и нижний температурные пределы жизни и отдельных биологических процессов; влияние температуры на обмен веществ, рост, развитие, размножение. Типы теплообмена: пойкилотермия и гомойотермия. Приспособления к температурному режиму и его колебаниям у пойкилотермных животных. Механизмы терморегуляции у гомойотермных животных. Физическая и химическая

терморегуляция; роль приспособительного поведения. Развитие терморегуляции и ее особенности у разных видов и экологических групп.

3. Газообмен водных животных. Приспособления к газовому режиму водоемов и его колебаниям. Газообмен сухопутных животных. Приспособления к изменению парциального давления кислорода с высотой. Сходство принципиальных механизмов приспособления к гипоксии у водных и наземных животных. Ныряющие животные и их специфические адаптации к функциональной гипоксии.

4. Водно-солевой обмен водных животных. Типы водоемов с разным химизмом и их население. Реакция животных на колебания солености; пойкилоосмотические и гомойоосмотические животные. Осморегуляция, ее типы и связанные с ними морфо-физиологические и экологические приспособления. Стено- и эвригалинные виды. Водный обмен и минеральное питание сухопутных животных и обитателей почвы. Зависимость этих процессов от внешних условий. Морфо-физиологические и поведенческие приспособления сухопутных животных к колебаниям обеспеченности организма водой и минеральными веществами.

5. Общие сведения об основных гормонах организма млекопитающих и птиц: химическое строение, места синтеза, органы-мишени, физиологический эффект и влияние на поведение.

6. Основные органы иммунной системы у млекопитающих. Т и В-лимфоциты. Роль главного комплекса гистосовместимости (МНС-комплекса) в распознавании антигенов. Его влияние на брачный выбор партнеров. Регуляция иммунного ответа половыми гормонами и глюкокортикоидами.

7. Лучистая энергия как экологический фактор. Действие на организм различных частей спектра солнечной радиации. Морфо-физиологические и поведенческие приспособления к воздействию различных форм лучистой энергии. Биологическая роль видимой части спектра.

8. Биологические ритмы. Суточные циклы физиологических функций и общей активности организма; их связь с суточной ритмикой условий среды и экологическое значение. Механизмы суточной циклики; циркадные ритмы и их связь с внешними факторами-синхронизаторами.

9. Сезонные циклы жизнедеятельности (размножение, линька, миграции, спячка и др.). Их связь с сезонными изменениями внешней среды и адаптивное значение. Эколого-физиологические механизмы, регулирующие сезонные изменения у животных; роль нервной и гуморальной систем и связь эндогенных ритмов с изменениями внешних условий. Значение режима освещения (фотопериода) и других факторов в регуляции сезонных ритмов.

10. Общие принципы адаптации на уровне организма. Количественная сторона воздействия факторов среды; правило оптимума. Экологическая валентность; стено- и эврибионтные формы. Взаимодействие факторов среды, их комплексное влияние на организм, правило минимума.

11. Модифицирующие факторы, их экологическое значение в природных комплексах. Субстрат, роль его как фона, значение для передвижения. Приспособления животных к обитанию в условиях снежного и ледового покровов. Движения среды (ветер, течения, волны), приспособления к воздействию этих факторов.

12. Типы адаптации. Адаптация по принципу толерантности (устойчивости); адаптации по типу гомеостаза. Стабильные приспособления к средним условиям и лабильные регуляторные реакции; взаимосвязь этих адаптивных механизмов и их общее экологическое значение.

## Литература

### Основная:

- Шилов И.А. 1997. (либо 2001 и др.) Экология. М. Высшая кола. С. 58-231.  
Наумов Н.П. Экология животных, изд. 2-е. М., "Высшая школа", 1963.  
Одум Ю. Основы экологии животных. М., "Мир"» 1975.

### Дополнительная:

- Бюннинг Э. Ритмы физиологических процессов. М., И1, 1961.  
Дольник В.Р. 1975. Миграционное состояние птиц. М. Наука, Глава «Регуляция миграционного состояния».с.216-332  
Дольник В.Р. 1995. Ресурсы энергии и времени у птиц природе // Труды Зоол. ин-та РАН. Т. 179. Ст-Пб.: Наука. С.360.  
Калабухов Н.И. Методика экспериментальных исследований по экологии наземных позвоночных. М., "Сов. наука", 1951.  
Новиков Г. А. Очерк истории экологии животных. I., "Наука", 1980.  
Скадовский С.Н. Экологическая физиология водных организмов. М.. "Сов.наука", 1955.  
Слоним А. Д. Экологическая физиология животных. М., "Высшая школа", 1971.  
Чернышева М.П. 1995. Гормоны животных. Введение в физиологическую эндокринологию. С.-П., Глаголь. 291с  
Шилов И. А. Регуляция теплообмена у птиц. М., изд. МТУ, 1968.  
Шилов И. А. Эколого-физиологические основы популяционных отношений у животных. М., изд. МТУ, 1977.  
Шмидт-Ниельсен К. Физиология животных. Приспособление и среда, т. 1-2. М.: "Мир". 1982.  
Эмме А.М. Биологические часы. Новосибирск, 1967.

**Составители** – академик **Игорь Александрович Шилов**, старший научный сотрудник, кандидат биологических наук **Анвар Бурханович Керимов**, старший научный сотрудник, кандидат биологических наук **Татьяна Александровна Ильина**, старший научный сотрудник, кандидат

## **ПРАКТИКУМ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ ЖИВОТНЫХ**

1. Оценка влияния температуры среды на энергетический уровень метаболизма покоя у пойкилотермных и гомойотермных животных. Использование различных методов непрямой калориметрии для измерения расхода энергии животных в состоянии покоя (модифицированная система Калабухова, измерение газообмена газоанализаторами в закрытой и открытой системах). Определение нижней границы термонеutralной зоны у гомойотермных животных.

2. Расчет дыхательного коэффициента (отношение  $CO_2/O_2$ ) у птиц-эврифагов, содержащихся на разных диетах.

3. Оценка потока энергии через организм гомойотермного животного на примере птиц: определение большой, экскреторной и метаболизированной энергии путем проведения балансовых опытов; определение катаболизированной энергии (суточного расхода энергии) методом расчета по бюджету времени; сравнение метаболизированной и катаболизированной энергии, их связь с балансом массы тела.

4. Основы неинвазивного мониторинга гормонов. Возможность неинвазивного измерения гормонов в экскретах (слюна, моча, экскременты) и волосах. Методы валидации неинвазивных подходов: корреляционный, метод стимуляции/подавления синтеза, использование радиомеченных гормонов. Возможность их применения для пресмыкающихся, птиц и млекопитающих. Определение сезонной активности гонад, овуляции и беременности у самок, выявление стрессорных факторов. Использование неинвазивных методов в полевых условиях и в лабораториях.

- Экстракция стероидных гормонов из экскрементов млекопитающих. Определение оптимальных концентраций спиртового раствора для экстракции. Определение уровня стероидных гормонов в плазме крови. Диагностика беременности. Оценка степени активности половой системы у самцов. Изменение уровня глюкокортикоидов при стрессе животного.

- Проведение проверочного теста для неинвазивного измерения глюкокортикоидов. Введение искусственного аналога АКГГ. Использование антител к различным соединениям (кортизол, кортикостерон, 11,17-ДОА). Оценка степени увеличения глюкокортикоидов в плазме крови и экскрементах. Определение времени выведения метаболитов из организма.

5. Основные методы оценки качества спермы у животных. Оцениваемые параметры. Феномен тератоспермии у кошачьих. Гипотеза

его возникновения, компенсаторные механизмы и влияние на репродуктивный успех самцов.

6. Определение силы иммунного ответа. Использование эритроцитов баранов в иммунологических экспериментах. Получение, промывка и инъекция эритроцитов барана. Оценка иммунного ответа на введение ЭБ у грызунов. Сопоставление его с гормональным статусом.

## Литература

- Галактионов В.Г., 2004. Иммунология. М.: Академия. 528 С.
- Егоров А.М., Осинев А.П., Дзантиев Б.Б., Гаврилова Е.М., 1991. Теория и практика иммуноферментного анализа. М., Высшая школа.
- Калабухов Н.И., 1951. Методика экспериментальных исследований по экологии наземных позвоночных. М., "Сов. наука".
- Розен В.Б., 1994. Основы эндокринологии. М: МГУ.
- Слоним А. Д. Экологическая физиология животных. М., "Высшая школа", 1971.
- Чернышева М.П. 1995. Гормоны животных. Введение в физиологическую эндокринологию. С.-П., Глаголь. 291с
- Шигина Ю.В., 2007. Иммунология. М.: Изд-во РИОР. 183 С.
- Шилов И.А., 1961. Практикум по экологии наземных позвоночных. М., "Высшая школа".
- Шилов И.А., 1968. Регуляция теплообмена у птиц. Изд-во МГУ.
- Шмидт-Ниельсен К., 1982. Физиология животных. Приспособление и среда, т. 1-2. М.: "Мир". 800 с.

**Составители** – старший научный сотрудник, кандидат биологических наук **Анвар Бурханович Керимов**, старший научный сотрудник, кандидат биологических наук **Татьяна Александровна Ильина**, старший научный сотрудник, кандидат биологических наук **Сергей Валерьевич Найдено** (ИПЭЭ им. А.Н.Северцова РАН)

## ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ

### Популяционная экология

Вид как экологическая система. Разнокачественность видовой численности. Территориальные группировки (подвиды, географические популяции, экологические популяции, элементарные популяции), их происхождение и особенности.

Пространственная структура популяций и ее адаптивное значение. Особенности пространственной структуры у видов, отличающихся образом жизни (одиночно-семейные, стадные, колониальные и другие виды;



оседлые и кочевые формы и др.). Адаптация к поддержанию оптимальной пространственной структуры популяций.

Этологическая структура (структура взаимоотношений). Разнокачественность особей в популяциях. Иерархия и доминирование. Взаимоотношения особей в стадах и стаях; лидеры и вожаки. Биологическое значение упорядоченности взаимоотношений особей в популяциях. Сигнализация и общение в популяциях, их формы, механизмы и экологическое значение. Роль высшей нервной деятельности и сложных форм поведения в поддержании целостности популяции и ее адаптивного ответа на внешние воздействия.

Возрастная структура популяций. Морфо-физиологические отличия различных возрастных групп и их биологическое значение. Разнокачественность отдельных поколений и их различная роль в жизни популяции в целом.

Половая структура популяций. Соотношение полов и его значение в темпах воспроизводства популяции. Динамика половой структуры. Роль плотности населения в изменении половой структуры. Экологическое значение поддержания сложности общего генофонда популяции; адаптивные механизмы.

Популяции как биологические системы. Целостность и устойчивость популяций, механизмы авторегуляции. Адаптации, направленные на поддержание популяционного гомеостаза. Особенности приспособления к меняющимся условиям жизни на уровне популяций.

### **Экология сообществ**

Биосфера как арена жизни, ее состав и свойства. Основные среды жизни как составные части биосферы: вода (гидросфера), суша (атмосфера), почва (литосфера, эдафосфера); их физико-химические особенности и значение для живых организмов. Неравномерность заселения биосферы. Биосфера как результат жизнедеятельности живых организмов. Роль живого вещества в формировании и поддержании современного состава и свойств биосферы. Биогенный круговорот веществ, значение разнообразия форм живой материи в его поддержании.

Сообщества видов (биоценозы) как форма организации живого населения биосферы, через которую осуществляется биогенный круговорот веществ. Межвидовые отношения как основа сообществ, их специфика.

Структура биоценозов. Трофическая структура; продуценты, консументы и редуценты; трофические уровни, цепи питания и их закономерности (правило пирамиды чисел и др.). Круговорот веществ и поток энергии в трофических цепях. Первичная и вторичная продуктивность биоценозов, практическое значение изучения трофических взаимоотношений. Пространственная структура биогеоценозов. Роль физико-географических условий (рельеф, климат, почвы, гидрологический режим и пр.) в формировании пространственной структуры биогеоценозов.

Пространственные (топические) взаимосвязи видовых популяций, связи по линии расселения (форические) и др.

Общие формы взаимоотношений видовых популяций в составе биогеоценозов. Отношения пищи и потребителя, конкурентные связи, комменсализм, симбиоз и др. Отношения животных и растений. Прямые трофические связи и взаимные приспособления. Роль животных в размножении и расселении растений, связанные с этим коадаптации. Взаимоотношения фитоценоза и зооценоза, роль животных в формировании и жизни растительных сообществ. Отношения типа хищник-жертва. Взаимные адаптации, роль хищников в регулировании состава популяций их жертв. Отношения паразитов и их хозяев. Типы паразитизма и связанные с ними морфо-физиологические адаптации паразитов и их хозяев. Природные очаги инфекций как биоценотическое явление; учение акад. Е.Е. Павловского. Практические успехи в борьбе с зоонозами в России и сопредельных странах.

Состав биогеоценозов. Жизненные формы и экологические ниши. Соподчиненность видов в сообществах: виды-эдификаторы (ядро сообщества) и подчиненные группировки; доминанты и инфлюенты. Ярусы и синузии; границы сообществ. Роль степени сложности биогеоценоза в его устойчивости. Особенности сообществ основных природных зон; отличия в сложности видового состава, биомассе, продуктивности, суточных и сезонных аспектах и т.д.

Динамика биогеоценозов. Суточные и сезонные аспекты биогеоценозов, причины смены аспектов. Динамика численности отдельных видов. Ее типы и их связь с особенностями биологии видов; соотношение плодовитости, продолжительности жизни и смертности у разных видов животных. Основные факторы динамики численности. Роль климатических и кормовых условий; взаимовлияние хищников и их жертв; значение эпизоотии. Популяционные механизмы регуляции плотности населения и численности; значение поведенческих и физиологических реакций; роль структуры популяций. Трансформация внешних влияний на численность через специфические популяционные механизмы. Теоретические основы прогнозов численности практически важных групп животных. Динамика биогеоценозов в целом; обратимые и необратимые изменения биогеоценозов. Экологические сукцессии. Роль внешних и внутренних факторов в динамике биогеоценозов. Динамическое равновесие биогеоценозов как результат исторического развития сообщества в определенных условиях географической среды. Диалектическое единство устойчивости (равновесия) и изменчивости (развития) биогеоценозов.

### **Животный мир и человек**

Мощность и разносторонний характер воздействия человека на биосферу. Развитие транспорта и расселение животных; значение этих факторов в изменении состава сообществ, взаимоотношений в них и т.п.

Изменение ландшафтов и связанные с этим изменения состава и структуры сообществ. Экологические последствия этих изменений.

Лесное, рыбное и охотничье хозяйства, их влияние на естественные сообщества. Экологические основы рационального ведения хозяйства по пути сохранения и увеличения продуктивности сообществ.

Сельское хозяйство и здравоохранение. Борьба с вредными видами, ее результаты, возможности использования биологических методов. Агроценозы, задачи их изучения и формирования. Экология домашних животных, роль экологических знаний в повышении продуктивности животноводства.

Деятельность человека как эколого-эволюционный фактор. Эволюция отдельных видов под влиянием деятельности человека, ее темпы и особенности. Животные-синантропы, их роль и значение в жизни человека. Эволюция биоценологических комплексов. Роль экологии в направленном формировании устойчивых и продуктивных сообществ культурных ландшафтов.

## Литература

### Основная:

Шилов И.А. 1997. (либо 2001 и др.) Экология. Высшая школа стр. 64-231.

Пьянка Э. 1981. Эволюционная экология. Мир 1981.

Наумов Н.П. Экология животных, изд. 2-е. М., "Высшая школа", 1963.

Одум Ю. Основы экологии животных. М., "Мир", 1975.

### Дополнительная:

Дольник В.Р. 1975. Миграционное состояние птиц. М.: Наука, Глава «Регуляция миграционного состояния» стр. 216-332.

Шмидт-Ниельсен К. Физиология животных. Приспособление и среда. Т. 1, глава 1, стр 16-42, Гл 2, стр 61-71, стр 72-80. Т.2 глава 9 Вода и Осморегуляция, стр 421-499.

Калабухов Н.И. Методика экспериментальных исследований по экологии наземных позвоночных. М., "Сов. наука", 1951.

Слоним А. Д. Экологическая физиология животных. М., "Высшая школа", 1971.

**Составители** – академик **Игорь Александрович Шилов**, старший научный сотрудник, кандидат биологических наук **Николай Александрович Формозов**

## ЭНЕРГЕТИКА ОСОБИ И ДЕМОГРАФИЯ ПОПУЛЯЦИЙ

(Энергетический баланс особи и его связь с демографическими популяционными параметрами)

Современные прогностические модели в экологии популяций и сообществ включают природные лимитирующие факторы и ответ на их изменения на уровне организма, влекущий определённые демографические последствия. Многие закономерности в организации сообществ и прежде всего видовое разнообразие, связаны с разной степенью ограниченности демографических реакций сосуществующих популяций на совокупность внешних воздействий. Основу ограниченности диапазона таких реакций составляют консервативные механизмы перераспределения энергии между различными функциями на уровне индивидуума, имеющие онтогенетическую и филогенетическую природу.

Задача курса состоит:

- в ознакомлении слушателей с основными компонентами энергетического баланса особи и методами их определения, с зависимостями скорости и эффективности процессов поступления и расхода энергии от внешних и внутренних факторов, с пределами варьирования этих компонентов у живых организмов;
- в установлении связи энергетического баланса молодых и половозрелых особей с демографическими популяционными параметрами (рождаемостью, смертностью, скоростью роста популяции, её продуктивностью);
- в оценке степени приспособленности определенных "стратегий" энергетических вкладов у животных в местообитаниях с различным сочетанием лимитирующих факторов.

1. Интенсивность обмена особей. Скорость потребления кислорода как показатель интенсивности обмена. Единицы измерения обмена. Оксикалорийный коэффициент. Составляющие обмена: основной, "стандартный", активный. Их соотношение в разных группах организмов.

Зависимость обмена от температуры. Показатель Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса, "нормальная" кривая Крога. Реакция на температуру адаптированных и неадаптированных пойкилотермных животных. Отсутствие "холодовой адаптации".

Зависимость обмена от концентрации пищевых ресурсов. Активный обмен и скорость питания. Специфическое динамическое действие пищи. Соотношение энерготрат на поддержание и на рост в зависимости от концентрации ресурсов.

Зависимость обмена от массы тела. Природа аллометрических зависимостей. Снижение удельного обмена с ростом массы особи. "Закон Рубнера" и "правило Бергмана" - насколько они соответствуют современным данным?

2. Скорость питания особей. Рацион и единицы его измерения. Максимальный рацион. "Пороговые" режимы питания в градиенте концентрации ресурса: начальная лимитирующая концентрация и концентрация нулевого рациона. Три типа функциональной реакции потребителя на ресурс. Уравнение Ивлева, "уравнение дисков" Холдинга и его сводимость к уравнению Михаэлиса-Ментен-Моно. Избирательность питания: потребление взаимозаменяемых, незаменимых и переключающих ресурсов.

Зависимость рациона от температуры. Меньшие значения коэффициента  $Q_{10}$  и возможности адаптации к температурным диапазонам по сравнению с обменом.

Аллометрическая зависимость рациона от массы тела. Снижение удельного рациона с ростом массы особи.

3. Индивидуальная продукция (рост) особи. Соматическая и генеративная продукция. Эффективность роста: показатели  $K_1$  и  $K_2$ . Усвояемость пищи. Скорость роста как функция достигнутой массы тела: уравнения Броди, Шмальгаузена, Бергаланффи, параболический рост, балансовые модели роста. Удельная скорость весового роста. Изменение эффективности роста с возрастом.

Зависимость скоростей развития и роста от температуры. Правило "сумм температур" и его связь с другими температурными характеристиками биологических процессов. Зависимость эффективности роста от температуры.

Рост и его эффективность как функции концентрации ресурса и рациона особей. "Пороговые" режимы ростовых процессов и процесса питания. Смертность особей и перераспределение энергии между продукцией и поддержанием при лимитировании ресурсами. Совместное влияние температуры и обеспеченности пищей на ростовые процессы и смертность. "Цена" размножения: прямые и отложенные траты. "Плюсы" и "минусы" большой массы тела. Гигантизм как тупиковая ветвь эволюции. "Цена" потомка, её связь со смертностью молодежи.

Удельная скорость роста - эволюционно оптимизируемый параметр. Почему эффективность роста не достигает максимальных величин у всех организмов? "Плюсы" и "минусы" активного и пассивного питания, теплокровности и холоднокровности, быстрого и медленного роста.

4. Динамические популяционные параметры. Рождаемость, смертность и удельная скорость роста. Методы оценки рождаемости по параметрам жизненного цикла. Границы применения и допущения, лежащие в основе расчетных формул. Влияние на рождаемость энергетического бюджета особей. Факторы, лимитирующие величину рождаемости.

Удельная скорость роста численности как функция параметров

жизненного цикла. Уравнение Эйлера-Лотки и его производные. Использование скорости роста в оптимизационных моделях. Ограниченность этого параметра как меры приспособленности популяции.

Продукция популяции - параметр, интегрирующий индивидуальные и популяционные ростовые процессы. Методы расчёта продукции. Возможности использования продукции в оптимизационных моделях.

5. Стратегии жизненного цикла - совокупность признаков, определяемых энергобюджетом особей. Представление об оптимальной стратегии, обеспечивающей максимальную продукцию и экологическую эффективность. Сосуществование видов - реализация нескольких стратегий в условиях невозможности достижения единственного оптимума. Роль динамики лимитирующих ресурсов и нарушений в поддержании сосуществования видов.

**Составитель** - старший научный сотрудник, кандидат биологических наук **Юрий Эдуардович Романовский**  
(кафедра Общей экологии Биологического ф-та МГУ)

## **МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В СИСТЕМАТИКЕ И ЭКОЛОГИИ**

### **Общий план лекций:**

1. Молекулярные, аллозимные и цитогенетические методы и маркеры в популяционной биологии, экологии и систематике.
2. Аллозимный анализ в систематике и популяционной биологии.
3. Кариосистематика: основное содержание и современные подходы.
4. Митохондриальные маркеры в систематике, филогеографии и популяционной биологии.
5. Ядерные маркеры в популяционной биологии и филогеографии: секвенирование индивидуальных генов; SNP-маркеры; мультилокусный анализ: фингерпринт, RAPD, RFLP, AFLP, ISSR, IS-PCR и др.; монолокусный микросателлитный анализ.
6. Повторы ДНК как инструмент филогенетики. Сателлитная ДНК, SINEs и LINEs.
7. Молекулярная филогенетика для user-ов: последовательности, деревья, модели, методы.
8. Современные молекулярные часы.
9. Молекулярная систематика основных групп позвоночных.

### **План практических занятий по курсу:**

Задача 1 - Выделение ДНК.

Задача 2 - Генетическая ПЦР-диагностика пола у птиц.

Задача 3 – Генетическая диагностика криптических видов и интрогрессии мтДНК у млекопитающих.

**Составители** – старший научный сотрудник, кандидат биологических наук **Анна Андреевна Банникова**, доцент, кандидат биологических наук **Василий Михайлович Малыгин**, научный сотрудник, кандидат биологических наук **Вячеслав Владимирович Федоров**

## **ПОВЕДЕНИЕ ЖИВОТНЫХ**

### **1. Формирование современных парадигм исследования поведения.**

Основные направления исследований поведения в конце 19-го - первой половине 20 века. Основные современные направления изучения поведения.

### **2. Классическая этология.**

Отличительные особенности этологического подхода.

Основные концепции классической этологии. Фиксированная последовательность действий. Консумматорный (завершающий) акт. Appetentное (поисковое) поведение. Знаковые стимулы. Врожденный пусковой механизм. Супернормальный стимул. Иерархия инстинктов (по Н.Тинбергену). Ритуализация. Гипотезы о происхождении демонстраций.

Представление о коммуникации у животных с позиций классической этологии. Представление об эволюции поведения с позиций классической этологии. Значение этологического подхода в развитии поведенческих исследований. Критика классической этологии.

### **3. Бихевиоризм и теории обучения.**

Значение теорий обучения в формировании основных исследовательских парадигм. Классификация форм обучения (по В.Торпу). Привыкание. Сенситизация поведения. Ассоциативное обучение. Классический условный рефлекс. Инструментальный условный рефлекс. Основные свойства ассоциативного обучения. Угашение. Генерализация. Необходимые предпосылки для выработки ассоциативной связи. Ревизия теории обучения в 70-80 годы 20 века.

Методологическое значение феноменов: "затенения" и "блокировки" при выработке УР, обучения пищевому отвращению, самоформирования (autoshaping), специфичности связи между - (а) раздражителем и подкреплением, (б) реакцией и подкреплением, необусловлавливаемости некоторых, инструментальных реакций.

### **4. Импринтинг и импринтингоподобные процессы.**

Ранние наблюдения Лоренца. Основные характеристики импринтинга.

Изучение запечатления признаков родителя у выводковых птиц. Факторы, определяющие границы периода. Чувствительный vs

критический период. Обратимость. Настроенность на характеристики импринтируемого объекта. Нейроэтологический анализ импринтинга.

Запечатление полового партнера. Импринтируемые признаки. Запечатление признаков вида и признаков родичей. Другие импринтингоподобные формы обучения у птиц и млекопитающих.

#### **5. Песни птиц как модель обучения.**

Импринтингоподобные процессы при обучении песням у воробьиных птиц. Структура песни. Схема выработки песни у певчих воробьиных птиц. Усложнение реально протекающих процессов по сравнению со схемой. Перекрывание фаз запоминания и моторной и пр. Роль поведенческого взаимодействия в процессе обучения. Исследование амадин. Изменчивость выучиваемых структур при обучении песне (чему птица обучается). Функции песни.

#### **6. Проблемы когнитивной психологии**

Изучение способностей к абстрагированию. Экстраполяционные рефлексии. Оперирование мерностью. Установка обучения. Способности к категоризации. Способности к счету. Обучение языку. Самовосприятие.

Когнитивные способности в социальных отношениях. Биологические корреляты морали. Аффiliationные связи. Умиротворение. Восприятие "правды" и "лжи". Обман.

#### **7. Социобиология и поведенческая экология.**

Основные концепции социобиологии. Отбор родичей, реципрокный альтруизм, совокупная приспособленность и др. Различия в представлениях об эволюции поведения между классической этологией и социобиологией. Основные методологические приемы социобиологии. Применение теории игр для изучения эволюции поведения. Концепция эволюционно стабильной стратегии. Эволюция кооперации. Дилемма заключенных.

Основные понятия экономических моделей в поведенческой экологии. Принцип максимизация репродуктивного успеха. Понятия итоговой приспособленности, отбора родичей, реципрокного альтруизма, родительского вклада, репродуктивного усилия, межполовой конкуренции и конфликта между родителями и потомством.

Экономика дисперсии и филопатрии. Экономика соотношения полов. Экономика фуражирования.

#### **8. Методы сбора поведенческих данных**

Шкалы измерения: номинальная (nominal), порядковая (ordinal), интервальная (interval) и относительная (ratio).

Методы выборки данных. Сбор ad libitum (регистрация «всего, что можно»). Формирование социометрической матрицы (Sociometric matrix). Наблюдение за «фокальным» животным (Focal Animal sampling). Полная регистрация определенных событий (All occurrences). Регистрация последовательности актов (Sequence sampling). Регистрация Да-Нет (One-



Zero sampling). Мгновенная и сканирующая регистрации (Instantaneous and Scan sampling).

Репрезентативность данных. Валидность данных. Внутренняя и внешняя валидность.

## Литература

### Основная:

Зорина З.А., И.И.Полетаева, Ж.И.Резникова. Поведение животных МГУ, 1999

Хайнд Р. Поведение животных. М.: Мир, 1975

МакФарланд Поведение животных. Психобиология, этология и эволюция. М.: Мир, 1988

### Дополнительная:

Гудолл Дж. Шимпанзе в природе: поведение М.: Мир, 1992

Дьюсбери Д. Поведение животных. Сравнительные аспекты. М.: Мир, 1981.

Докинз Р. Эгоистичный ген М.: Мир, 1993

Меннинг О. Поведение животных. Вводный курс. М., Мир, 1982

Роуз С. Устройство памяти. От молекул к сознанию. М., Мир 1995

**Составитель** – старший научный сотрудник, кандидат биологических наук **Михаил Ефимович Гольцман**

## КОММУНИКАЦИЯ ЖИВОТНЫХ

Коммуникация как процесс общения. Определение коммуникации. Понятие о «доноре» и «реципиенте». Собенности и специфика биокоммуникации. Понятия донора и реципиента. Посредники коммуникации. Основные каналы коммуникации: визуальный, химический, акустический.

Типы коммуникативных сигналов: тактильная коммуникация, звуковые, химические и зрительные сигналы.

Основные типы сигналов, используемые животными.

Химическая коммуникация. Ее специфика и отличия от других способов общения. Феромоны. Изучение феромонов насекомых и млекопитающих. Кожные железы млекопитающих. Изучение действия обонятельных сигналов на организм. Использование феромонов для диагностики состояния и управления поведением животных в искусственной и естественной среде.

Акустическая коммуникация. Специфика передачи и восприятия сигналов в разных классах животных. Звукоиздающие системы

позвоночных. Усложнение вокальных сигналов в ходе эволюции. Информация в сигналах общения и способы ее изучения. Звуковые ловушки.

Эффективность коммуникации. Способы достижения лучшего прохождения сигнала. Коммуникация в зашумленной среде. Индивидуальное распознавание.

Обучение коммуникации. Изменчивость способов коммуникации птиц в пренатальный период: элементы коммуникации; предрасположенность; общение матери и эмбриона. Эффект пренатального воздействия голоса матери на плод человека; слуховая способность плода; звуковая среда матки; слуховая стимуляция плода. Постнатальное обучение: предпочтение младенцем голоса, языка матерм, выбор фраз, наиболее часто повторяемых матерью во время беременности.

Коммуникация и язык. Основные функции языка. Характерные свойства языка: двойственность, продуктивность, произвольность, взаимозаменяемость, специализация, перемещаемость, культурная преемственность. Методы изучения языка животных.

Принципы звукопроизводства у млекопитающих и предпосылки для формирования речи человека. Язык человека: происхождения, функции. Существует ли связь между речью и письменностью ?

Понятие о языках-посредниках. Язык жестов (амслем); пластиковые символы на магнитной доске; компьютерная обучающая система (искусственный язык «йеркиш»). Основные программы обучения с помощью языков-посредников обезьян, дельфинов, попугаев.

Многовидовые сообщества животных как предмет исследования в зоологии, экологии и этологии. Межвидовые и внутривидовые взаимоотношения организмов в работах, Г.Ф.Гаузе, Д.Лэка, П.А.Кропоткина, Н. П.Наумова, А.Н.Формозова, А.И.Промптова. Положение многовидовых сообществ в иерархии надорганизменных систем. Информационная и трофическая структура природных сообществ. Идея межвидовой конкуренции и концепция изолирующих механизмов как методологические основания для исследований многовидовых сообществ. Эксплуатационная и интерференционная конкуренция.

Понятие о близких видах, его экологическое и эволюционное содержание. Экологически близкие и генеалогически родственные виды - их происхождение, роль в экосистемах и проблемы сосуществования. Таксоцены, гильдии, смешанные популяции. Понятие биосоциальности и биокоммуникации, их применение в сфере анализа межвидовых взаимоотношений. Поведение как фактор интеграции многовидовых сообществ. Изоморфизмы в структуре одновидовых и многовидовых социальных систем у животных.

Разнообразие информационных взаимодействий между близкими видами. Конкуренция за субстрат в сообществах прикрепленных

организмов (эпибионтов). Рост колонии как аналог поведения особи. Реализация принципов внутривидового паритета и межвидового доминирования в процессе борьбе за жизненное пространство в сообществах обрастания. Водная среда как вместилище биогенной информации, содержащихся в феромонах и метаболитах населяющих ее организмов. Понятия эффекта группы и сигнального (информационного) поля. Парадокс планктона. Химические взаимодействия в многовидовых сообществах рыб и личинок бесхвостых амфибий.

Разнообразие проявлений межвидового антагонизма у позвоночных и беспозвоночных животных. Хищничество и его поведенческие аспекты. Социальная организация, охотничье поведение и межвидовые отношения у крупных хищных млекопитающих с разным типом социальной организации. Разнообразие и эволюция охотничьих навыков у приматов. Межвидовая агрессивность и доминирование. Структура агрессивных взаимодействий и иерархическая организация многовидовых сообществ. Влияние видовой принадлежности, пола и возраста на ранг особей в межвидовой иерархии. Роль обучения в стабилизации межвидовых взаимоотношений. Реверсии доминирования и их причины. Стимулы межвидовой агрессивности и проблемы распознавания видов. Индивидуальное распознавание в сфере межвидовых отношений. Особенности межвидовой ольфакторной коммуникации.

Межвидовая территориальность и ее связь с внутривидовой территориальностью разного типа. Относительная частота внутривидовых и межвидовых агонистических взаимодействий. Размеры территории и эффективность монополизации ресурсов. Пространственная структура смешанных поселений близких видов, зависимость от плотности сосуществующих популяций.

Понятие о межвидовых ассоциациях и смешанных стаях. Анонимные и персонализированные сообщества. Эквипотенциальные и социально структурированные стаи. Стаи у мигрирующих и оседлых животных. Реализация принципа асимметрии в структуре смешанных стай. Роли инициатора и лидера в смешанных стаях. Особенности пространственного размещения видов в смешанных стаях. Участие в смешанных стаях и привязанность к постоянным участкам обитания. Эффект пространственного совмещения территорий участников смешанных стай. Высокая акустическая активность, свобода перемещений в пространстве и значительное видовое разнообразие как факторы, способствующие широкому распространению смешанных стай. Биологические функции смешанных стай.

Влияние межвидовых отношений на структуру коммуникационных процессов в смешанных популяциях. Многовидовые акустические ансамбли рыб, прямокрылых и цикад, бесхвостых амфибий и певчих птиц. Конкуренция за время в эфире и механизмы ее избегания. Сезонные, суточные и утраничные ритмы вокальной активности сосуществующих

видов. Феномен звуковой индукции и его влияние на вокальное поведение. Межвидовая иерархия в сфере акустической коммуникации. Процессы самоорганизации в хоровом пении птиц, насекомых и бесхвостых амфибий. Виды-имитаторы.

**Составитель** – доктор биологических наук, профессор **Ирина Рюриковна Бёме**, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник **Владимир Викторович Иваницкий**

## **БИОАКУСТИКА ВЫСШИХ ПОЗВОНОЧНЫХ**

### **Цель и задачи курса:**

Ознакомить студентов с современными представлениями о структуре звука и способах ее анализа, строении и функционировании вокальных аппаратов млекопитающих и птиц, подходах к классификации вокальных репертуаров, коммуникативных аспектах звукового поведения, сходстве и различиях звуков животных и речи человека.

В рамках курса также проводится занятие по демонстрации возможностей профессиональных программ по анализу звуков.

### **Основные темы, рассматриваемые в ходе лекций:**

1. Физика звука, характеристики звуковой волны.

Звуковая волна как колебательный процесс, временной, частотный и энергетический спектры звука, осциллограмма и спектрограмма звука, измерения длительности, частоты и интенсивности звука.

2. Вокальная продукция у позвоночных – анатомия и акустика.

Общая схема строения вокального аппарата у позвоночных, Легкие как генератор воздушного потока. Преобразование энергии воздушного потока в акустическую энергию в голосовом источнике. Общая схема строения ларинкса млекопитающих и сиринкса птиц. Миоэластичная теория колебаний голосовых связок. Основная частота и гармоники звука. Роль вокального тракта в фильтрации сигнала источника. Нос и назализация звука. Форманты – резонанты вокального тракта. Расчет частоты формант через длину вокального тракта. Теория независимости источника и вокального тракта.

3. Морфологическое разнообразие вокальных аппаратов у высших позвоночных. Влияние различных анатомических структур на характеристики звука.

Феномен двухголосия у птиц. Гипертрофия вокального источника. Морфология голосовых связок, вокальные мембраны и утолщения на связках. Модификация вокального тракта (развитие трахеальных удлинений, разрастания носовых полостей, опускание ларинкса). Воздушные мешки.

4. Звуковая сигнализация о размерах тела, анатомические и физиологические ограничения у разных позвоночных.

Размеры тела и возможность распространения звука во внешнюю среду. Объем легких, источник, длина вокального тракта как вокальные ключи к размерам тела. Монофункциональность сирикса и мультифункциональность ларинкса.

5. Способы звукопродукции у млекопитающих и птиц.

Фонация, вибрация, турбулентность (шум и истинный свист). Возможность совместной работы двух механизмов.

6. Нелинейные феномены в звуках млекопитающих и птиц.

Лимитный цикл колебаний голосовых связок. Бифонации, субгармоники и детерминированный хаос. Сайдебанды. Физиологическая основа нелинейных феноменов. Распространенность нелинейных феноменов и их коммуникативное значение.

7. Подходы к классификации звуков и описанию вокальных репертуаров.

Структурный и функциональный подход. Классификация с позиции дискретности или континуальности. Дискретность типов звуков на уровне мозгового субстрата и континуальность как результат работы вокального аппарата.

8. Церебральный контроль вокализаций у млекопитающих и человека. Звуки и эмоции.

Звуки не связанные и связанные с эмоциями – первичный и вторичный вокальный субстрат. Переход звуков, связанных с эмоциями, под оперантный контроль. Сходство и различия в церебральном контроле звуков млекопитающих и речи человека.

9. Эволюция речи. Анатомические и биоакустические подходы к ее изучению.

Опускание гортани человека и потеря воздушных мешков. Развитие тонкого моторного контроля и вокальной имитации. Ограниченность палеонтологических данных. Сравнительный подход – форманты в коммуникации животных, функции вокальной имитации.

10. Эволюция взглядов на коммуникацию животных.

Подходы к изучению коммуникации: этологический, информационный, оценки-управления. Приложение к звуковой коммуникации. Гипотеза сенсорной эксплуатации. Эволюционные ограничения на возможность обмана.

11. Дальне-дистантная коммуникация. Ограничения, накладываемые средой.

Влияние местообитаний и времени суток. «Акустические окна». Влияние влажности, ветра и расчлененности рельефа. Вибрационные звуки. Нора как акустическое устройство.

12. Дальне-дистантная коммуникация. Гипотеза рейнджинга.

Деградация звука при прохождении через среду. Эхо, снижение интенсивности, частотно-зависимое затухание. Оценка расстояния до отправителя крика. Развитие различных типов песен певчими воробьиными и возникновение вокальных диалектов.

13. Ближне-дистантная коммуникация. Мотивационно-структурные правила Мортонна.

Гипотеза экспрессивного символизма размера. Связь структуры и функции звуков.

14. Ближне-дистантная коммуникация. Гипотеза аффективного обуславливания.

Влияние звуков на получателя – прямое воздействие на нервную систему либо обусловленное через связанные со звуками стимулы. Кросс-культурные параллели при дрессировке животных человеком.

15. Принципиальные отличия звуковой коммуникации у животных и человека

Аргументы за и против референтности – связи звуков с определенными стимулами. Произвольность структуры звуков по отношению к функции. Межвидовое общение. Внешнее сходство и различия в механизмах формирования звуковой коммуникации животных и речи человека.

16. Прикладные аспекты биоакустики.

Возможности акустического подхода: бесконтактность, оперативность, экономичность. В природе: определение видового и полового состава, подманивание (акустические ловушки), учеты численности, долговременный мониторинг отдельных особей и групп. В неволе: определение видов и подвидов, определение пола, контроль за физиологическим состоянием, звуковая стимуляция размножения.

## Литература

### Основная:

Owings D.H., Morton E.S. Animal vocal communication: a new approach. Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1998, 284 pp.

Никольский А.А. Звуковые сигналы млекопитающих в эволюционном процессе. М., Наука, 1978, 199 с.

Ильичев В.Д. (ред.) Биоакустика. М., Высшая школа, 1975, 256 с.

### Дополнительная:

Володина Е.В., Володин И.А. Вокальные индикаторы эмоционального состояния у млекопитающих. Успехи современной биологии, 2001, т. 121, N 2, с. 194-203.

Никольский А.А. Экологическая биоакустика млекопитающих. М., изд-во МГУ, 1992, с. 1-120.

Fitch W.T. The evolution of speech: a comparative review. Trends in Cognitive Science, 2000, v. 4, N 7, p. 258-267

Fitch W.T., Hauser M.D. Unpacking “honesty” vertebrate vocal production and the evolution of acoustic signals. In: Acoustic Communication (Eds. Simmons A.M., Fay R.R., Popper A.N.) Springer, New York, 2002, p. 65-137.

Harrison D.F.N. The anatomy and physiology of the mammalian larynx. Cambridge, Cambridge University Press, 1995, 288 pp.

**Составитель** – старший научный сотрудник, кандидат биологических наук **Илья Александрович Володин**

## **МИКРОТЕХНИКА**

Курс имеет целью познакомить студентов с методиками изготовления препаратов по микроскопической анатомии, а также дать им некоторые практические навыки по технике изготовления таких препаратов. Кроме того, в течение курса студенты знакомятся с методикой зарисовки микроскопических объектов с помощью рисовального аппарата и с принципами пластической, графической и компьютерной реконструкций объектов.

Фиксация. Общие правила фиксации морфологического материала. Простые и сложные фиксаторы. Главнейшие фиксирующие жидкости и способы их применения.

Подготовка материала к резке на микротоме. Особенности промывки материала в зависимости от примененного фиксатора. Декальцинация, различные декальцинирующие жидкости и показания к их применению. Обезвоживание материала проводкой по спиртам. Пропитка и заключение в парафин. Устройство термостата. Особенности заключения в целлоидин, целлоидин-парафин и желатину.

Различные типы отечественных микротомов. Замораживающий микротом. Саный микротом и работа с ним. Точка микротомных ножей. Изготовление и наклейка на стекла серии парафиновых срезов. Особенности изготовления целлоидиновых срезов.

Окраска гистологических препаратов. Основные и кислые красители. Простые и сложные красители. Наиболее употребительные красители и способы их приготовления. Методы окрашивания парафиновых срезов. Среды для заключения срезов: канадский бальзам, полистерол, глицерин, глицерин-желатина. Заключение парафиновых срезов в канадский бальзам.

Принцип работы светового микроскопа. Основные узлы микроскопа. Конденсоры: очковый, обыкновенный, темного поля и фазового контраста. преимущества и недостатки объективов и окуляров различных систем. Разные типы осветителей и правила работы с ними. Основные типы отечественных монокулярных и бинокулярных микроскопов.

Дополнительные приспособления: объект- и окуляр-микрометры. Правила измерения деталей объекта под микроскопом.

Рисовальные аппараты обычные и проекционные, правила работы с ними. Зарисовка объекта с помощью рисовального аппарата.

Принципы графической и пластической реконструкций. Объемная графическая и компьютерная реконструкции отдельного органа.

Материал для изготовления парафиновых срезов подбирается или по интересам студентов или в соответствии с нуждами малого и большого практикумов.

Знакомство с работой замораживающего микротомы: методика изготовления срезов зубов или костей для определения возраста по линиям склеивания. Окраска препаратов гематоксилином Эрлиха, заливка в глицерин.

Методика изготовления препаратов поперечных срезов и отпечатков волос млекопитающих на маникюрном лаке или желатине фотопластинок для изучения кутикулы волос.

### **Литература**

Валовая М.А., Кавтарадзе Д.Н.: Микротехника (Правила, приемы, искусство, эксперимент) Из-во МГУ 1993

Елисеев В.Г. Основы гистологии и гистологической техники М., 1967

Роскин Г.И., Левинсон Л.Б Микроскопическая техника М., 1957

Ромейс Б. Микроскопическая техника М., 1954 (справочник)

**Составитель** – доцент, кандидат биологических наук **Наталья Владимировна Хмелевская**

## **КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Занятия преследуют цель преподать студентам 3 курса навыки работы с базовыми компьютерными программами, которые часто используются в ходе сбора и обработки исследовательских данных, написания научных публикаций, подготовке устных и стендовых выступлений.

Курс включает 15 практических занятий:

1. **Обработка сканированных изображений и фотографий.** Оцифровка изображений на сканере: цветовые режимы, разрешение изображения, формат графического файла, объем файла. Обработка фотографий в программе Adobe Photoshop: изменение разрешения, объёма и формата файла, «чистка» элементов рисунка, изменение цветовой гаммы изображения, работа со слоями, цифровые эффекты и фильтры, создание надписей.



2. **Работа с векторными изображениями и схемами.** Создание и обработка векторных изображений в программе CorelDraw: форматы файлов векторных изображений, версии программы и изменение рабочих настроек, основные инструменты рисования и заливки объектов, группировка объектов, вставка растровых изображений и текстовых файлов, создание постеров и карт-схем.

3. **Первичная обработка численных данных.** Работа с программой Microsoft Excel: настройки программы, оформление таблицы, автофильтры и сортировка данных, построение графиков, надстройка «Анализ данных» (вывод описательной статистики, генерация случайных чисел, создание случайной и периодической выборки, F-критерий для сравнения дисперсий двух выборок), работа с макросами, функции написания формул (относительные и абсолютные ссылки, математические, статистические и логические функции), создание автоматизированных шаблонов для обработки данных.

4. **Статистическая обработка данных.** Работа с программой Statistica: настройки программы, создание и оформление таблицы, транспонирование таблицы, функции написания формул, вывод описательной статистики, выбор параметрических и непараметрических критериев обработки, проверка распределения на нормальность (критерий Колмогорова-Смирнова, критерий Шапиро-Уилка), критерии парного сравнения (t-критерий Стьюдента для независимых и для зависимых переменных, критерий Манн-Уитни, критерий Вилкоксона для сопряженных пар), корреляции (коэффициент корреляции Пирсона и Спирмена), построение и сохранение графиков (диаграмма рассеивания, «коробочки с усами», гистограммы, линейные графики, трехмерные диаграммы).

5. **Стереореконструкция объекта по серии гистологических срезов.** Работа с программой Stermm, написанной Ю.Ф.Ивлевым для среды MatLab: особенности векторных и растровых изображений, ручная и автоматическая трассировка объекта на срезе, вращение объекта, слияние контуров в трехмерную модель. Это занятие технически подготавливает студентов к предстоящему в следующем семестре Практикуму по микротехнике. Всего проводится 4 занятия.

6. **Электронная картография.** Понятие об исходных геодезических датах (Datum) и системах координат. Работа с приборами спутникового позиционирования (GPS). Работа с программой OziExplorer: обмен данными между GPS и компьютером, калибровка карт, планирование маршрутов, обмен данными с другими картографическими программами. Работа с программой MapInfo: понятие о геоинформационных системах (ГИС), калибровка карты, работа со слоями, работа с точками, работа с контурами и площадями, создание легенды к карте перевод данных в формат программы ArcView. Всего проводится 4 занятия.

7. **Статистическая обработка картографических данных.** Работа с программой ArcView: ArcView как аналог MapInfo, работа со слоями,

подключение модулей. Модуль Animal Movement: построение траектории движения животного, определение направленности траектории движения методом Монте-Карло, оценка агрегированности точек методом «ближайшего соседа», выброс из анализа наиболее удалённых точек, выбор случайных точек, построение границ участка обитания (метод минимального участка, метод эллипса, метод «керна»). Перевод обработанных данных из ArcView в MapInfo.

8. **Создание публикаций.** Работа с программой Microsoft Publisher: принцип работы программ для верстки текста, текстовые рамки, вставка рисунков и таблиц, проверка макета. Работа с программой Adobe Acrobat: создание pdf-файлов, вставка и удаление страниц из pdf-файла, добавление комментариев и правок к тексту, создание закладок, защита содержимого pdf-файла, поиск по коллекции статей pdf-формата, копирование текста и изображений из pdf-файла. Создание методичек и авторефератов с автоматическим разбиением текста на страницы в модуле Verстка (автор А. Орлов) для Microsoft Word.

9. **Создание презентаций.** Работа с программой Microsoft PowerPoint: настройки программы, создание слайда, задание фона, вставка рисунков, надписей, особенности вставки звуковых и видео файлов, группировка и порядок объектов на слайде, анимация объектов на слайде, анимация перехода между слайдами, настройка автоматического показа слайдов, упаковка презентации, сохранение в формате демонстрации \*.pps, распечатка миниатюр слайдов для доклада, рекомендации по оформлению презентации. Создание подвижных изображений для презентации в программе Easy GIF Animator.

**Составители** – научный сотрудник, кандидат биологических наук **Сергей Викторович Огурцов**, ведущий инженер **Ирина Борисовна Солдатова**, научный сотрудник, кандидат биологических наук **Хосе Антонио Эрнандес-Бланко** (ИПЭЭ им. А.Н.Северцова РАН)

## **ПРАКТИКУМ ПО КОМПЬЮТЕРНОЙ МОРФОМЕТРИИ**

Задачу практикума составляет реальное ознакомление студентов 5 курса с некоторыми методами цифровой обработки изображений. В рамках большинства тем предусмотрено самостоятельное выполнение участниками индивидуальных заданий, что должно повысить эффективность освоения программ и приемов. Поскольку для демонстрации этих подходов используется реальный биологический материал, познавательный итог занятий существенным образом выходит за рамки чисто технического. Сказанное касается, в частности, вопросов наземной локомоции позвоночных, системы млекопитающих и современного состояния таксономии.

1. Первая тема – изучение движения животного путём покадрового анализа соответствующей киноленты, снятой с высокой частотой. Эта работа проводится в условиях постановки задачи в виде четкой проблемы и ее гипотетического решения. Характер движения животного может подтвердить предложенную версию. Работа включает сканирование киноплёнки, измерение изображений и обработку результатов (завершаемую автоматическим построением графиков) в среде программы MS Excel с использованием макросов на языке Visual Basic (один из них, «Marker», написан специально для этой задачи создателем практикума Ю.Ф.Ивлевым, другой записывается участниками по ходу и входит в состав подлежащих освоению методов).

Поскольку доступность киносъёмки, тем более, ускоренной, неуклонно сокращается, в рамках практикума студенты знакомятся с возможностями ее замены видеосъёмкой. Соответствующие демонстрационные занятия включают оцифровку видеоизображения и его компьютерную обработку, позволяющую разделить исходные кадры на два в соответствии с отдельной записью нижнего и верхнего поля (четных и нечетных строк) и построить новые промежуточные «картинки» с целью увеличения числа кадров, имитирующего результаты ускоренной съёмки.

2. Наиболее типичная задача по морфометрии включает сравнительный анализ формы черепа у группы близких видов млекопитающих, для которых удастся подобрать достаточно полный набор форм, например, представителей семейства кошачьих. Задача предусматривает фотосъёмку черепов при помощи цифровой камеры (3,34 млн. пикселей), затем измерение полученных изображений, в среде MS Excel при помощи уже упомянутого макроса «Marker», вычисление пропорций черепа и автоматическое построение сравнительных диаграмм. Дополнительная информация, сообщаемая преподавателем, включает сведения по биологии, филогении и систематике рассмотренных объектов.

3. Одна из наиболее объемистых тем посвящена геометрической морфометрии черепа млекопитающих, весьма продвинутой и богатой традициями области их морфологии, нашедшей достаточно широкое применение в таксономических исследованиях. Тема включает изучение специально разработанных оригинальных программ для обработки измерений черепа и краткое освещение соответствующих вопросов систематики, при разработке которых используются результаты этих работ.

**Составитель** – доктор биологических наук, профессор **Феликс Янович Держинский**

## МЕТОДИКА ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Полевые исследования и их место в зоологии. История. Направления кафедры.

2. Предварительная подготовка. Этапы. Литература, коллекции, выбор методов.

3. Фиксация полевых наблюдений/виды дневников, карточки, фото, видео, зарисовки, кино, схемы, карты, планы, диктофоны, блокноты и т.п./

4. Сбор и первичная обработка зоол. материала. Способы добычи, отлова. Правила. Законодательство. Измерения. Взвешивание. Пол. Упитанность. Набивка тушек. Фиксаторы их специфика. Сбор и фиксация экто- и эндопаразитов, погадок, поедей, желудков, проб тканей. Подготовка к обработке, способы сохранения. Следы. Норы.

5. Техника безопасности. Снаряжение.

6. Методы изучения среды обитания/биотические и абиотические факторы. Стандарты.

7. Количественный учет амфибий, рептилий, птиц, млекопитающих. Методы и их практическое использование. Стандартизация. Обработка. Практика применения.

8. Изучение питания амфибий, рептилий, птиц, млекопитающих. Прижизненные методы. Прямые и косвенные. Палинологические. Остатки, погадки, фиксация. Изучение режима питания, потребления воды, микроэлементов, витаминов. Обмен веществ.

9. Размножение. Методы вскрытия и фиксации. Эмбрионы, плацентарные пятна. Семенники. Эксперименты в поле. Постэмбриональное развитие, онтогенез, рост. Развитие/вес, размеры, покровы, поведение/.

10. Методы определения возраста у разных групп наземных позвоночных.

11. Линька. Методы изучения покровов. Волосы. Перо. Чешуя.

12. Активность - суточная, сезонная. Изменчивость. Ритмы. Типичные ошибки. Спячка. Сон.

13. Мечение животных, классификация. Методики и их результаты. Типы мечения. Радиоактивное мечение. Кольцевание. Радиометки, пеленгация, телеметрия. Специфика применения разных методов, задачи, цели. Методы изучения использования территории, индивидуальных и групповых участков. Различия результатов при разных методах. Дальние перемещения, миграции. Прижизненная окраска животных и остатков их жизнедеятельности, экто- и эндопаразитов, красители. Иные химические и физические методы мечения. Моделирование с помощью мечения, типы и приёмы.

14. Методы изучения внутри- и межвидовых отношений. Группы, семьи, популяции разных типов и рангов.

15. Межвидовые отношения в экосистемах. Биогеоценозы. Стандартизация в изучении. Контакты. Хищники. Паразиты. Биоценозы нор, гнёзд, убежищ. Модели.

16. Микроклимат.

17. Антропогенные воздействия и их оценка. Подходы к материальным и моральным оценкам промышленных воздействий. Ценозы и их изменения. Биоразнообразие, его оценка, методы. Природоохранные классификации видов и подвидов. Красная книга.

18. Методы изучения пространственной и биологической структуры населения (особи, группы, семьи, популяции, виды). Методы обработки полученных материалов.

19. Методы изучения биологической структуры ценозов и популяций.

20. Картографирование. Типы карт и схем. Привязка к территории.

21. Методы изучения поведения и эволюционной структуры особей и групп в поле

22. Биохимические и кариологические методы. Таксономия в поле.

23. Специфика обработки собранных полевых материалов. Подготовка к докладу и публикации. Иллюстрации. Типичные ошибки. Стандартизация, формализация, компьютерная обработка.

**Составитель** – ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук **Владимир Сергеевич Лобачёв**

## **АНАЛИЗ ДАННЫХ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Спецкурс ориентирован на студентов 4 курса, непосредственно заинтересованных в обработке данных к предстоящей защите курсовой работы.

Цель курса – научить студентов структурировать собираемые данные и выбирать адекватный метод обработки для решения своих задач, систематизировать представление студентов о разнообразии методов статистического анализа данных. Объём - 4 академических часа в неделю. Форма отчётности – зачёт.

Спецкурс включает в себя два крупных раздела. Первый раздел призван научить студентов упорядочивать собираемые данные, структурировать представление о собственном материале, формировать выборку, проводить первичную обработку материала и готовить его для дальнейшей статистической обработки. Эта часть спецкурса связана с овладением навыками работы с базами данных на примере СУБД Microsoft Access. Второй раздел призван научить студентов разбираться в многообразии приёмов статистического анализа, выбирать адекватный метод обработки для выполнения конкретной задачи, корректно

представлять результаты, грамотно делать выводы из полученных результатов. Эта часть спецкурса охватывает работу с такими программами, как Statistica, Microsoft Excel, Oriana, Curve Expert, ArcView (модуль Animal Movement), MapInfo.

### **Основные темы:**

1. **Вводная часть.** Роль математики в биологии, два взгляда на проблему. Трудности применения классической статистики к биологическим данным. Статистика как общепринятые правила для унификации и сравнения результатов. Относительность суждений, логика описания результатов по типу «опыт-контроль». Статистика и планирование сбора материала. Статистика и биологический смысл, валидность исследования. Современный уровень образования биологов в области статистического анализа данных.

2. **Формирование выборки и первичная обработка данных. Работа с базами данных.** Этапы проведения исследования: планирование работы, сбор данных, формирование выборки и первичная обработка (группировка, выделение первостепенных данных), статистический анализ, интерпретация результатов. Логика работы с базами данных. Отличия СУБД (Систем Управления Базами Данных) на примере Microsoft Access от электронных таблиц Microsoft Excel. Основные компоненты базы данных (таблица, запрос, форма, отчет), их структура и назначение. Создание таблиц. Работа с записями. Контроль введенных данных. Изменение внешнего вида таблицы.

3. **Работа с базами данных. Создание простых запросов.** Сортировка данных в таблице, использование функции поиска. Фильтрация данных. Создание запроса на основе фильтра. Запросы на выборку: отбор записей (данных) по условию и сортировка по нескольким полям таблицы, защита от введения новых записей в запрос, блокировка изменения уже существующих записей. Создание сложных условий отбора данных, использование основных операторов и функций.

4. **Работа с базами данных. Создание сложных запросов.** Использование языка SQL для создания запросов. Использование запросов на создание таблицы, запросов на удаление, обновление, добавление записей (данных). Схема данных, определение связей между таблицами. Использование группировки в запросах, групповые операции. Создание многотабличных запросов. Типы соединения таблиц в запросах. Перекрестные запросы. Работа с SQL при создании сложных запросов. Запросы на объединение данных.

**5. Работа с базами данных. Создание связей баз данных с программами Statistica и MapInfo.** Общая логика связывания баз данных с другими компьютерными программами. Использование интерфейса ODBC для определения доступа программ к базе данных. Настройка подключений. Работа с запросами СУБД в программе статистического анализа Statistica. Настройка подключения СУБД к ГИС (Геоинформационной Системе) MapInfo. Создание карт на основе СУБД Microsoft Access.

**6. Работа с базами данных. Создание форм для ввода данных.** Назначение элемента «формы». Создание простых форм для ввода данных с помощью «мастера форм» в ACCESS. Настройка формы. Форматирование полей формы, условное форматирование. Создание полей со списком. Внедрение элементов управления в форму. Создание многотабличных форм. Общие сведения о создании отчетов.

**7. Выбор метода анализа.** Основной принцип работы статистических критериев: критерий и модель, ошибка, мощность критерия. Статистическая значимость и понятие «статистически значимый». Одно- и двусторонние гипотезы. Вопросы, которые необходимо поставить перед тем, как выбрать метод. Единицы измерения и типы числовых данных: непрерывная шкала, частоты, ранги. Зависимые и независимые переменные. Взаимоисключаемость событий. Размер выборки. Описательная статистика и первичный анализ данных. Отображение материала на графиках, основные типы графиков (диаграммы рассеяния, гистограммы, «коробочки с усами», круговые диаграммы) и области их применения. Этапы выбора статистического критерия для анализа данных. Выбор между параметрическими и непараметрическими критериями. Проверка выборки на нормальность распределения: *критерий Колмогорова-Смирнова, критерий Шапиро-Вилка*. Трансформация данных. Проверка равенства дисперсий: *F-критерий Фишера*. Выбор группы критериев на основании решаемой задачи. Обзор основных групп критериев. Статистические ограничения конкретных критериев внутри выбранной группы.

**8. Сравнение частот и долей. Частотные критерии.** Частоты как тип данных. Сравнение частот 2 взаимоисключающих событий: *биномиальный критерий*. Сравнение долей проявления признака в двух выборках: *критерий двух пропорций*. Сравнение частот на интервальной шкале: *критерий хи-квадрат* (сравнение практических частот с теоретическими, сравнение двух рядов практических частот, объединение интервалов внутри ряда). Методы анализа четырехпольных таблиц: принципы построения таблицы, *критерий хи-квадрат, точный метод Фишера, критерий МакНемара*, поправка Йэйтса.

## 9. Критерии парного сравнения выборок:

- **Параметрические критерии парного сравнения по средним значениям.** Сравнение независимых выборок: *t-критерий для независимых выборок*. Сравнение зависимых (связанных) выборок: *t-критерий для зависимых выборок*. Принцип построения таблиц исходных данных для зависимых и независимых переменных в программе Statistica.

- **Параметрические критерии парного сравнения по разбросу данных.** Сравнение дисперсий двух выборок: *F-критерий Фишера*.

- **Непараметрические критерии парного сравнения по средним тенденциям.** Принцип ранжирования и мощность непараметрических критериев. Сравнение независимых выборок: *критерий Манна-Уитни*. Сравнение зависимых (попарно связанных) выборок: *критерий знаков, критерий Вилкоксона для сопряженных пар*.

- **Непараметрические критерии парного сравнения по форме распределения.** Сравнение независимых выборок: *критерий Колмогорова-Смирнова, критерий серий Вальда-Вольфовица*.

10. **Оценка взаимосвязи. Прямолинейная корреляция.** Различия между взаимосвязью (корреляцией) и зависимостью (регрессией). Оценка взаимосвязи двух выборок: коэффициент корреляции. Значение коэффициента корреляции и его достоверность. Параметрический коэффициент корреляции *Пирсона*. Непараметрический коэффициент корреляции *Спирмена*, коэффициент корреляции *тау* *Кендалла*, коэффициент корреляции *гамма*. Сравнение двух коэффициентов корреляции. Оценка взаимосвязи между тремя и более выборками: непараметрический коэффициент согласованности *Кендалла*, сравнение экспертных оценок. Оценка взаимосвязи между двумя бинарными признаками: коэффициент сопряженности *Фи*, оценка согласованности простых поведенческих последовательностей.

## 11. Множественное сравнение и оценка влияния факторов:

- **Параметрический дисперсионный анализ ANOVA.** Принцип работы и возможности применения метода: множественное сравнение, оценка влияния факторов. *Однофакторный дисперсионный анализ*. Апостериорное сравнение средних значений (критерий *Тьюки*). Поправка *Бонферрони*. *Двухфакторный дисперсионный анализ*. *Многофакторный дисперсионный анализ*. Введение ковариат. Задание способов взаимодействия факторов. *Дисперсионный анализ планов с повторными измерениями*.

- **Непараметрический дисперсионный анализ.** Сравнение независимых выборок: *критерий Крускала-Уоллиса, критерий медианы*. Сравнение зависимых выборок (повторных наблюдений): *критерий*



Фридмана. Особенности построения таблиц исходных данных в программе Statistica.

12. **Выделение групп значимых факторов. Факторный анализ.** Основные предпосылки к использованию метода. Интерпретация результатов анализа. Оценка долей дисперсии, определяемых факторами; влияние отдельных переменных на главные компоненты. Построение факторных диаграмм.

13. **Оценка зависимости. Регрессионный анализ.** Отбор значимых факторов методом дисперсионного анализа. Модель линейной зависимости от факторов и ограничения применения регрессионного метода. Анализ остатков, дистанция Кука. Информационный критерий Акаики. Линейная (для непрерывных значений) и логистическая (для бинарных признаков) регрессия. Оценка нелинейной регрессии в программе Curve Expert.

14. **Оценка иерархии и классификация объектов. Кластерный анализ.** Значение отбора переменных и структуры выборки на построение классификации. Неоднозначность результатов кластерного анализа. Меры сходства: коэффициент корреляции Пирсона, меры расстояния (евклидово расстояние, квадратичное евклидово расстояние, Манхетенское расстояние), коэффициенты ассоциативности. Иерархические агломеративные методы группировки: метод одиночной связи, метод полных связей, метод средней связи, метод Уорда. Итеративные методы группировки: итерация по принципу k-средних. Дендрограммы и их интерпретация.

15. **Общие проблемы анализа данных.** Использование среднего значения и медианы. Округление данных. Регулярность и пропорциональность наблюдений. Размер выборки, соотношение внутри- и межиндивидуальной изменчивости. Использование процентных соотношений. Разрешающая способность метода: выбор методики наблюдений и соответствующего метода статистической обработки. Проблема множественности сравнений, поправка Бонферрони. Проблема псевдорепликации: некорректная работа с повторными наблюдениями и при объединении данных. Методы обработки повторных наблюдений. Общие принципы моделирования случайных процессов, метод Монте-Карло.

16. **Круговая статистика.** Особенности циклической шкалы данных. Операции с векторами. Варианты круговых диаграмм. Статистическая обработка угловых и временных данных в программе Oriana. Проверка выборки на равномерность распределения: *критерий*

*Рэйли, критерий Рао. Унимодальное распределение ван Мисес как аналог нормального распределения. Оценка отклонения среднего вектора от ожидаемого направления. Сравнение двух выборок: критерий Хи-квадрат для данных интервальной шкалы, параметрический F-критерий Уотсона-Уильямса для сравнения средних векторов, непараметрический серийный критерий Мардиа-Уотсона-Уиллера, непараметрический критерий  $U^2$  Уотсона для сравнения дисперсий. Оценка взаимосвязи выборок: коэффициент круговой корреляции, коэффициент линейно-круговой корреляции.*

**17. Методы анализа пространственных данных. Анализ перемещений животных.** Оценка направленности движения: критерий Рейли, сравнение траектории со случайными маршрутами по методу Монте-Карло. Оценка кривизны траектории движения: фрактальный анализ траектории на разных масштабах. Оценка границ и структуры участка обитания: минимальный участок, метод эллипса, метод «кернала»; применение метода «бутстрепа» для планирования минимального числа наблюдений, необходимых для описания границ участка. Пространственный анализ в программе ArcView (модуль Animal Movement).

**18. Методы анализа пространственных данных. Анализ распределения особей на местности.** Постановка задачи. Проблема масштаба. Распределение точек и плотность точек. Оценка характера распределения: метод ближайшего соседа, индекс агрегированности. Сравнение пространственного распределения двух видов. Основные подходы к оценке влияния факторов на распределение особей, необходимость сравнения значений фактора в исследуемых точках со значениями в случайных точках. Пространственный анализ в ГИС MapInfo. Переход от пространственных данных к классическому статистическому анализу.

## Литература

### Учебные пособия:

#### Работа с базами данных

Бекаревич Ю.Б., Пушкина И.В., 2007. Самоучитель Access 2007. СПб.: БХВ-Петербург. 720с.

Кошелев В.Е., 2008. Access 2007. М.: Бином-пресс. 592с.

Харитоновна И.А., Рудикова Д.И., 2008. Microsoft Office Access 2007. СПб.: БХВ-Петербург. 1280с.

### Статистический анализ

- Сидоренко Е.В., 2006. Методы математической обработки в психологии. СПб.: ООО "Речь". 350 с.
- Реброва О.Ю., 2006. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica. М.: Медиасфера. 312 с.
- Lehner P.N., 1996. Handbook of Ethological Methods. Cambridge University Press. 672p.
- Zuur A. K., Ieno E. N., Smith G. M., 2007. Analysing Ecological Data. Springer Science + Business Media, LLC. 648p.
- Малета Ю.С., Тарасов В.В., 1982. Непараметрические методы статистического анализа в биологии и медицине. М.: Изд-во Московского университета. 178с.
- Урбах В.Ю., 1964. Биометрические методы. М.: Наука. 415с.
- Огурцов С.В., 2004. Методическое пособие по обработке результатов и оформлению курсовых и дипломных работ. М.: Биологический ф-т МГУ. 28с.
- Ким Дж.-О., Мьюллер Ч.У., Клекка У.Р., Олдендерфер М.С., Блэшфилд Р.К., 1989. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. М.: Финансы и статистика. 215 с.

### **Статьи:**

- Fukuda H., Ohashi Y., 1997. A Guideline for Reporting Results of Statistical Analysis in Japanese Journal of Clinical Oncology // Japanese Journal of Clinical Oncology, V.27, №3, p.121–127
- Ланг Т., 2005. Двадцать ошибок статистического анализа, которые Вы сами можете обнаружить в биомедицинских статьях // Международный журнал медицинской практики, 2005, №1, с. 21-31
- Hurlbert S.H., 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments // Ecological Monographs, V.5, №2, p.187-211
- Козлов М. В., 2003. Мнимые повторности (pseudoreplications) в экологических исследованиях: проблема, не замеченная российскими учеными // Журнал общей биологии, Т.64, № 4, с.292-307
- Hargrove W.W., Pickering J., 1992. Pseudoreplication: a sine qua non for regional ecology // Landscape Ecology, V. 6, №4, p. 251-258
- Орлов А.И., 2000. Прикладная статистика XXI в. // Экономика XXI века, 2000, №9, с.3-27
- Леонов В.П., Ижевский П.В., 1997. Об использовании прикладной статистики при подготовке диссертационных работ по медицинским и биологическим специальностям // Бюллетень ВАК, 1997, №5, с.56-61
- Леонов В.П., Ижевский П.В., 1998. Применение статистики в статьях и диссертациях по медицине и биологии. Часть I. Описание методов статистического анализа в статьях и диссертациях // Международный Журнал Медицинской Практики, 1998, №4, с.7-12

Леонов В.П., 1999. Применение статистики в статьях и диссертациях по медицине и биологии. Часть II. История биометрии и её применения в России // Международный Журнал Медицинской Практики, 1999, №4, с.7-19

Леонов В.П., 2002. Применение статистики в статьях и диссертациях по медицине и биологии. Часть IV. Наукометрия статистической парадигмы экспериментальной биомедицины // Международный Журнал Медицинской Практики, 2002, №3, с.6-10

#### **Интернет-сайты:**

Сайт поддержки пользователей Microsoft Office Access

<http://office.microsoft.com/ru-ru/access>

Сайт по базам данных и SQL

<http://www.sql.ru>

Сайт библиотеки знаний для разработчиков, использующих продукты и технологии Microsoft

<http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library>

Сайт компании StatSoft, разработчика программы Statistica 6.0:

<http://www.statsoft.ru/>

Электронный журнал Биометрика:

<http://www.biometrica.tomsk.ru/index.htm>

Сайт программы CurveExpert (разработчик Daniel G. Hyams)

<http://curveexpert.webhop.biz/>

Сайт программы Oriana (Kovach Computing Services)

<http://www.kovcomp.co.uk/oriana/index.html>

Сайт программы Animal movement для Arcview GIS (Alaska Science Center)

<http://www.absc.usgs.gov/glba/gistools/>

**Составители** – научный сотрудник, кандидат биологических наук **Сергей Викторович Огурцов**, ведущий инженер, кандидат биологических наук **Эльдар Нурланович Рахимбердиев**

## **ИЗБРАННЫЕ ГЛАВЫ МЕДИЦИНСКОЙ ЗООЛОГИИ**

1. История изучения природной очаговости заболеваний. Роль русских исследователей. Д.К. Заболотный, И.И. Мечников, работы академика Е.Н Павловского и его школы. Н.П. Наумов как основатель курса.

2. Основные понятия медицинской бактериологии, иммунологии, эпидемиологии и паразитологии.

3. Классификация болезней человека. Зоонозы, трансмиссивные заболевания, сапронозы. Значение млекопитающих (разных отрядов) и других позвоночных животных в поддержании и распространении этих заболеваний. Понятие природный очаг. Значение свойств возбудителя и его

изменчивости. Роль переносчиков, их восприимчивость, экологические свойства. Экологические свойства, восприимчивость и чувствительность теплокровных носителей.

4. Методы зоологической работы в природных очагах. Меры личной профилактики. Учеты численности. Картографирование поселений основных носителей и переносчиков. Моделирование эпизоотийных процессов. Место зоологических дисциплин в изучении очагов.

5. Чума. Особенности возбудителя и заболевания, переносчиков и носителей чумы. Природные очаги чумы СНГ. Основные носители чумы: сурки, суслики, песчанки, полевки, пищухи. Природные и антропоургические очаги чумы. Географическое распространение очагов. Экстренная и заблаговременная профилактика в очагах чумы. Оздоровление и ликвидация очагов. Карантин при чуме. Вспышки, эпидемии и пандемии чумы.

6. Природные очаги туляремии. Особенности возбудителя и заболевания. Носители и переносчики туляремии, способы передачи возбудителя. Ландшафтные типы очагов. Пространственная структура очагов.

7. Лептоспирозы. Особенности возбудителей (серотипы, серогруппы) и заболеваний. Типы очагов и механизмы циркуляции возбудителя. Жизненная форма основного носителя водной лихорадки. Пространственная структура очагов лептоспирозов.

8. Протозойные природноочаговые инфекции. Трипаносомозы. Лейшманиозы Старого и Нового Света. Виды лейшманий и типы очагов кожных лейшманиозов. Особенности переносчиков. Жизненные формы основных носителей кожных лейшманиозов. Зональные особенности лейшманиозов.

9. Вирусные природноочаговые инфекции. Бешенство. Особенности возбудителя, заболевания и основных носителей. Структура очагов.

10. Арбовирусы. Омская геморрагическая лихорадка. Ландшафтные особенности очага. Основные носители, экологические группы.

11. Природная очаговость энцефалитов. Смена представлений об основных носителях весенне-летнего клещевого энцефалита. Особенности заболевания и природных очагов. Роль клещей в очагах энцефалита, гемипопуляции клещей. Птицы как прокормители клещей и комаров. Японский энцефалит.

12. Риккетсиозы (антропонозы и зоонозы). Особенности разных видов возбудителей риккетсиозов. Специфика механизмов передачи риккетсиозов.

13. Хламидийные природноочаговые инфекции Пситтакоз Особенности птиц, как носителей природноочаговых заболеваний: физиологические, экологические, поведенческие. Перспективы развития медицинской орнитологии.

14. Основные особенности организации противоэпидемических мероприятий в отношении природноочаговых заболеваний. Основные проблемы в изучении природных очагов. Хозяйственная деятельность человека и динамика природных очагов. Сохранение возбудителя в межэпизоотийные периоды.

## Литература

### Основная:

География природноочаговых болезней человека в связи с задачами их профилактики. 1969. М.: Медицина.

Ралль Ю.М., 1958. Лекции по эпизоотологии чумы. Ставрополь.

Окулова Н.М., 1986. Биологические взаимосвязи в лесных экосистемах (на примере природных очагов клещевого энцефалита). М.: Наука.

### Дополнительная:

Львов Д., Ильичев В.Д., 1979. Миграции птиц и перенос возбудителей инфекции. М.: Наука.

Харитоновна Н.Н., Леонов Ю.А. Омская геморрагическая лихорадка. Новосибирск.

Дубровский Ю.А., 1978. Песчанки и природная очаговость кожного лейшманиоза. М.: Наука.

Наумов Н.П., Лобачев В.С., Дмитриев П.П., Смирин В.М., 1972. Природный очаг чумы в Приаральских Каракумах. М.: Изд-во МГУ.

Бухарин О.В., Литвин В.Ю., 1997. Патогенные бактерии в природных экосистемах. Екатеринбург.

**Составитель** – старший научный сотрудник, кандидат биологических наук **Петр Петрович Дмитриев**

## ОХРАНА ЖИВОТНОГО МИРА

Цель и задачи курса: сообщение слушателям профессиональных знаний по актуальному направлению охраны природы - сохранению и поддержанию видового разнообразия наземных позвоночных животных и условий их обитания.

Курс опирается на знания, полученные студентами в ходе освоения дисциплин: Основы общей экологии, Экология наземных позвоночных, Биология наземных позвоночных, Биосфера и человечество (охрана окружающей среды). В последнем практически не затрагиваются вопросы охраны животного мира.

Курс должен способствовать развитию и углублению экологического научного мировоззрения, расширению эрудиции и активизации профессиональных знаний слушателей.

Введение. Концепция охраны природы, ее происхождение и развитие в мире и в России. Темпы и причины обеднения видового разнообразия животных. Иерархия основных методов сохранения видового разнообразия животного мира.

Роль позвоночных животных в биосфере. Зоогенные природные комплексы. Формирование и поддержание животными среды своего обитания.

Теоретическая экология в применении к охране животного мира. Основные положения и модели экологической теории, лежащие в основе современных подходов к охране животного мира.

Сохранение генофонда редких видов позвоночных животных вне естественной среды обитания. Деятельность зоопарков и питомников, направленная на сохранение и восстановление численности редких и исчезающих видов животных.

Сохранение видового разнообразия животных в естественной среде обитания.

Классификация особо охраняемых природных территорий. Заповедное дело как ключевой метод территориальной охраны природы.

Охрана животного мира в условиях хозяйственной деятельности человека: лесное, сельское, водное хозяйство и меры, смягчающие их отрицательное воздействие на животный мир.

Охрана животного мира в условиях урбанизации. Преобразование среды обитания в условиях города и перспективы сохранения видового разнообразия животных. Профилактические, смягчающие и компенсирующие мероприятия.

Концепция и организация экологических сетей как современная природоохранная стратегия.

Правовые основы охраны животного мира. Законы России и международные Конвенции. Красные книги различного уровня. Правовое поле России и проблемы законодательной охраны животного мира.

Деятельность государственных и неправительственных организаций в области охраны животного мира. Российские и международные проекты и программы по созданию ООПТ и сохранению редких видов.

## Литература

- Основы сохранения биоразнообразия. 2002. М.МГУ.  
Благосклонов, Иноземцев, Тихомиров, 1967. Охрана природы. М. МГУ.  
Биология охраны природы. 1968. М. Мир..  
Яблоков, Остроумов, 1973. Охрана живой природы. М.Лесная промышленность.

Флинт В.Е., 2000. Стратегия сохранения редких видов в России. М.

**Составитель** – старший научный сотрудник, кандидат биологических наук **Ксения Всеволодовна Авилова**

## **СПЕЦСЕМИНАР «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗООЛОГИИ ПОЗВОНОЧНЫХ» (4 КУРС)**

Годовой курс рассчитан на студентов 4 курса кафедры зоологии позвоночных. Отчётность в форме годового зачёта.

Задачи семинара:

- ознакомить студентов с перспективными направлениями исследований в современной зоологии
- научить студентов публично обсуждать результаты собственных исследований, чётко формулировать задачи исследования, доступно и кратко излагать свой материал и делать адекватные выводы из полученных результатов
- научить студентов правильно оформлять научную работу (публикацию), корректно представлять в ней результаты статистической обработки, «выиграшно» представлять свою работу в конкурсах на получение грантов на научные исследования.

Для выступления перед студентами приглашаются специалисты, работающие по различным направлениям современной зоологии (при подборе приглашаемых участников учитываются интересы студентов данной учебной группы). На таких выступлениях студенты учатся обсуждать чужой материал. Для повышения заинтересованности студентов и приглашаемых специалистов в подобном общении студентам предлагается заполнять оценочный лист по теме доклада, где отмечается по 5-балльной шкале качество доклада, общий интерес слушателя к теме и некоторые комментарии. Подобный рейтинг служит основанием для приглашения докладчика на выступление в следующем году.

На семинаре каждый студент готовит доклад, предваряющий защиту его курсовой работы. В обсуждении участвуют сотрудники кафедры, специалисты по излагаемой проблематике, что служит предварительным контролем качества готовящихся к защите работ. Студенты обучаются сообщать о результатах работы в форме кратких устных сообщений.

Одно занятие проводится по ознакомлению с правилами оформления курсовых и дипломных работ, статей для научных журналов. Отдельный семинар посвящен обсуждению основных ошибок, допускаемых при статистической обработке результатов исследований. Материал этих двух занятий представлен в «Методическом пособии по обработке результатов и оформлению курсовых и дипломных работ» (Огурцов, 2004).



С целью структурировать представление студентов о своём собственном исследовании, а также для стимуляции участия студентов в различных мероприятиях на получение грантов на научные изыскания проводится конкурс (внутри данной учебной группы) «Учебная заявка на грант». Студентам предлагается заполнить заявку по образцу инициативного проекта РФФИ (формы 1 и 4), по теме своей курсовой работы. Каждая заявка рецензируется 2-3 сотрудниками кафедры и оценивается по определённой шкале в баллах. Три лучшие заявки премируются книгами и памятными подарками на деньги, собираемые сотрудниками кафедры специально для этого конкурса. Проводится одно занятие по общему обсуждению поданных заявок с участием сотрудников кафедры, имеющих реальный опыт в экспертной оценке грантов некоторых фондов. На этом же занятии (которое является заключительным в осеннем семестре) устраивается чаепитие, в ходе которого каждый студент имеет возможность лично пообщаться с рецензентом своей заявки.

Для контроля посещаемости семинара студентам разрешается пропустить по любой причине не более 2 занятий в семестре. При каждом следующем пропуске студент обязан написать реферат по теме пропущенного доклада. Критерии выставления зачёта – посещаемость и активное участие в обсуждении докладов.

**План занятий на осенний семестр** (всего 12 занятий, по 1,5 ч.):

1 занятие – Вводное слово о структуре семинара, планах, отчётности. Объявление о конкурсе «Учебная заявка на грант». Лекция специалиста.

2 занятие – Лекция специалиста. (Студентам даётся время на подготовку своих докладов по теме курсовой работы.)

3-9 занятия – Доклады студентов по темам курсовых работ. (На каждом занятии выступает 2 студента. На доклад отводится 20 мин., далее следуют вопросы, комментарии руководителя и общее обсуждение.)

10 занятие – Лекция специалиста. Сбор заявок по конкурсу «Учебная заявка на грант».

11 занятие – Лекция по оформлению курсовых и дипломных работ.

12 занятие – Семинар по правилам написания грантов. Награждение победителей конкурса «Учебная заявка на грант» с участием заведующего кафедрой. Чаепитие для студентов и рецензентов.

**План занятий на весенний семестр** (всего 10 занятий, по 3 ч.):

1 занятие – Семинар «Статистическая обработка результатов наблюдений».

2-10 занятия – Лекции специалистов (обычно выступают по 2 докладчика с 40 мин. лекцией). На последнем занятии выставляется зачёт.

**Примеры тем прочитанных лекций специалистов:**

1. Экология и зрение мелких млекопитающих – обитателей аридных зон (О.Ю.Орлов)
2. Сенсорное обеспечение ранней акустической коммуникации выводковых и птенцовых птиц (Т.Б.Голубева)
3. Цветовое зрение в ряду позвоночных (Е.М.Максимова)
4. Зачем головастику стая? (Г.С.Сулова)
5. Особенности репродуктивной стратегии кошачьих (С.В.Найденко, А.Л.Антоневич)
6. Функциональная интерпретация морфологических данных как средство их использования в зоологических исследованиях (Л.П.Корзун)
7. Дистанционные методы и ГИС-технологии в изучении биосферы (Д.В.Добрынин)
8. Функциональная морфология как метод выяснения неизвестных сторон экологии птиц (К.Б.Герасимов)
9. Междисциплинарные подходы к химической коммуникации (Э.П.Зенкевич)
10. О феромонах в половом поведении млекопитающих (А.В.Суров)
11. Микроэволюционные аспекты морфологической разнокачественности популяций птиц (А.Б.Керимов)
12. Проблема адаптивности в вопросах эволюции социальных структур (С.В.Попов)
13. Эволюция и современная система класса птиц (Е.А.Коблик)
14. Орнитолог в тропическом лесу. Изучение трофических адаптаций воробьиных птиц (М.В.Калякин)
15. Радиальный лабиринт: Проблемы экспериментальной оценки пространственной памяти животных (М.Г.Плескачева)
16. «Нетрадиционные» системы пространственной ориентации животных. Геомагнитная ориентация (С.В. Огурцов)

**Составители** – доктор биологических наук, профессор **Ирина Рюриковна Бёме**, научный сотрудник, кандидат биологических наук **Сергей Викторович Огурцов**

**СПЕЦСЕМИНАР «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ЗООЛОГИИ ПОЗВОНОЧНЫХ» (5 КУРС)**

Задачи семинара:

- ознакомить студентов с основополагающими темами исследований в современной зоологии
- научить студентов чётко формулировать задачи исследования, доступно и кратко излагать материал и методы работы, делать адекватные выводы из полученных результатов

– развить навыки участия в научной дискуссии

Основная форма работы на семинаре – подготовка студентами докладов на заданную тему. Список тем предоставляет преподаватель. Студент может выбрать наиболее интересную для него тему, отчасти затрагивающую тематику его дипломной работы. Далее студент должен самостоятельно подобрать опубликованные статьи на выбранную тему. Как правило, преподаватель рекомендует некоторые из основополагающих публикаций по каждой теме. На обсуждение докладов приглашаются сотрудники кафедры, специалисты по излагаемой проблематике.

### **Обсуждаемые темы:**

1. Смена парадигм в популяционной экологии. Переход от концепции группового отбора к концепции индивидуального с появлением социобиологии.

2. Контрастирующие взгляды на природу популяции. Концепции регуляции численности популяций.

3. Филогенетика и филогеография.

4. Эволюционная теория и биология развития (evo-devo).

5. Формы социального обучения. Культурные традиции у животных.

6. Что определяет соотношение полов у разных видов?

7. Проблема происхождения полового размножения. Роль ретровирусов в эволюции.

8. Предпосылки возникновения социальности, ее преимущества и недостатки.

9. Уровни социальности. Различия в социальной организации у симпатрических и близкородственных видов.

10. Проблемы описания поведения, методы и подходы.

11. Концепция родительского вклада. Дифференцированный родительский вклад.

12. Хемокоммуникация и половой отбор. Теория иммунного гандикапа.

13. Проблема происхождения наземных позвоночных.

14. Синтетическая теория эволюции и современные альтернативные теории.

15. Регуляция популяционных циклов у мелких млекопитающих.

16. Виды-двойники и хромосомные расы.

17. Этапы эволюции млекопитающих - проблемы реконструкции.

18. Противоречия в систематике на основе морфологических и молекулярно-генетических данных. Проблема и подходы к ее решению.

19. Эволюционно стабильные стратегии: концепция, проблемы, примеры.

20. Что такое вид? (разные точки зрения, обоснования, противоречия).

21. Роль симбиоза в эволюции.

22. Значимость внутривидовой и межвидовой конкуренции для формирования структуры сообществ.

**Составители** – старший научный сотрудник, кандидат биологических наук **Михаил Ефимович Гольцман**, научный сотрудник, кандидат биологических наук **Ольга Александровна Филатова**

## **ФАКУЛЬТАТИВ «БИОЛОГИЯ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ»**

**1. Кто такие морские млекопитающие – систематика и происхождение.**

- Происхождение китообразных. Морфологические и молекулярно-генетические данные. Archaeoceti – древнейшие киты. Филогенетическое древо китообразных.

- Происхождение ластоногих. Гипотезы моно- и полифилии ластоногих.

- Происхождение сиреновых.

- Разнообразие современных морских млекопитающих – китообразных, ластоногих, сиреновых. Систематика, особенности экологии и морфологии.

**2. Адаптации морских млекопитающих к жизни в водной среде.**

- Приспособления к быстрому передвижению в плотной среде.

Гидродинамика, свойства кожи.

- Терморегуляция. Теплоизоляция тела. Теплообмен в плавниках.

- Дыхание. Строение дыхательных путей у усатых и зубатых китов.

Приспособления к длительным глубоким ныряниям.

- Сон на воде. Однополушарный сон.

- Рождение детенышей и спаривание под водой.

**3. Органы чувств, эхолокация и звукопродукция.**

- Зрение. Два желтых пятна у дельфинов. Зрение в воде и на воздухе.

Цветное зрение.

- Слух. Строение органа слуха у зубатых китов. Аудиограммы. «Акустическое окно». Механизмы пространственной слуховой чувствительности (монауральные и бинауральные).

- Эхолокация. Частота и направленность. Разрешающая способность.

Органы звукопродукции у китообразных.

- Тактильная чувствительность. Обнаружение «водного следа» тюленями с помощью вибрисс.

- Обоняние и хеморецепция.

**4. Пищевые специализации и кормодобывающие стратегии, миграции.**

- Пищевые специализации морских млекопитающих: ихтиофаги, бентоихтиофаги, теутофаги, планктофаги. Сирены – растительноядные морские млекопитающие.

- Кормодобывающие стратегии у китообразных и ластоногих.

- Миграции. Широтные миграции крупных китообразных. Локальные миграции мелких китообразных. Миграции ластоногих.

#### **5. Стратегии размножения, социальная структура и взаимопомощь, социальное обучение. Коммуникация, вокальное обучение, диалекты.**

- Стратегии размножения. Ластоногие – гаремные лежбища ушастых тюленей и морских слонов. Демонстрации самцов – акустические (лахтак, тюлень Уэдделла) и визуальные (хохлач).

- Стратегии заботы о потомстве у ушастых и настоящих тюленей.

- Стратегии размножения у усатых китов. Конкуренция спермы у гладких китов. Песни горбачей. Вокальное обучение.

- Дальнедистантная инфразвуковая коммуникация крупных полосатиков. Подводные акустические каналы.

- Социальная структура некоторых видов зубатых китов (кашалоты, афалины, косатки, гринды). Сигнатурные свисты афалин. Диалекты косаток.

#### **6. Методы, проблемы и основные направления исследований во всем мире, промысел и охрана.**

- Учеты численности методом трансект и «mark-recapture» («мечения и повторного отлова»).

- Фотоидентификация.

- Теодолитное слежение.

- Телеметрия. Спутниковые и радиометки, даталоггеры.

- Акустические исследования. Локализация подводных звуков.

Стационарные подводные акустические системы. Буксируемые массивы.

- Некропсия и биопсия.

- История китобойного промысла.

- Проблемы сегодня.

- Китообразные как объект туризма.

**Составитель** – научный сотрудник, кандидат биологических наук  
**Ольга Александровна Филатова**

кафедра Зоологии позвоночных  
Биологический факультет  
МГУ им. М.В.Ломоносова

**Телефоны:**

зав. кафедрой  
д.б.н., проф. Л.П.Корзун

**(495) 939-27-18**

учебный секретарь  
д.б.н., проф. И.Р.Бёме

**(495) 939-44-24**

Адрес в сети Интернет:

<http://www.bio.msu.ru/103c05/b02d07/zp.html>