



Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля): **«Ориентация животных»**
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки – **06.06.01 Биологические науки**. Направленность (профиль) программы – **Зоология**.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП (осенний семестр), спецкурс по выбору (читается на кафедре зоологии позвоночных)
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1: <i>Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</i>	Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В1 (УК-1) Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных

	достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В2 (УК-1)
УК-2 <i>Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.</i>	Знать: методы научно-исследовательской деятельности Код 31 (УК-2)
УК-3: <i>Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</i>	Владеть: технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код В2 (УК-3)
УК-4: <i>Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке</i>	Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код В1 (УК-4) Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код 32 (УК-4)
ОПК-1 <i>Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</i>	Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) приведены в Приложении.

6. Объем дисциплины (модуля) составляет 1 зачетная единица, всего 108 академических часов, из которых 36 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (30 часов занятий лекционного типа, 6 часов семинаров) и 72 часа составляет самостоятельная работа аспиранта (выполнение домашних заданий и написание реферата).

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

ЗНАТЬ: неорганическую и органическую химию, физику, основы физиологии, анатомию и систематику позвоночных животных, этологию (на уровне программ специалиста/магистра), теоретические и методологические основы биологических научных исследований

УМЕТЬ: вырабатывать на основе рационального анализа экспериментальных результатов свою точку зрения в вопросах поведения ориентации и навигации животных и отстаивать ее во время дискуссии со специалистами и неспециалистами; читать и реферировать научную литературу в области ориентации животных, в том числе на иностранных языках, при условии соблюдения научной этики и авторских прав.

ВЛАДЕТЬ: современными информационно-коммуникационными технологиями, иностранным языком.

8. Образовательные технологии: классические лекционные технологии, семинары.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
ВВОДНАЯ ЛЕКЦИЯ. ТИПЫ ОРИЕНТАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ, ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ АКТИВНОСТЬ Роль пространственной ориентации в организации поведения животных. Первичная ориентация (координация, поддержание позы тела) и вторичная ориентация (навигация). Проприорецепция и координация движений. Принцип обратной связи. Роль кинестетической памяти в пространственной ориентации.	4	2					2		2	2

Структура поведенческого акта. Поисковое (аппетентное) поведение. Модель ориентационного поведения и роль в ней ориентировочно-исследовательской реакции. Исследовательское поведение у млекопитающих и птиц. Факторы, связанные с выраженностью исследовательского поведения. Возможность наследования определённых проявлений исследовательского поведения. Масштабы перемещений животных. Ближнедистантная ориентация. Разнокачественность особей по подвижности в пределах участка обитания. «Trade off» между проявлением исследовательской активности и выполнением поставленной задачи.										
МИГРАЦИИ ЖИВОТНЫХ Расселение. Модель поведения животных при расселении, половые различия в поведении дисперсии у животных разных систематических групп. Кочевки и их зависимость от условий среды. Миграции. Понятие филопатрии, особенности миграционного поведения у животных разных систематических групп. Масштабы миграций. Мотивационная составляющая миграционного поведения. Эволюционное происхождение миграций.	8	2					2	2	4	6

ВОЗВРАЩЕНИЕ ПОСЛЕ ИСКУССТВЕННОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ (ХОМИНГ). Общие закономерности поиска «цели». Оценка успешности возврата, модель случайного поиска. Постановка хоминговых экспериментов. Хоминг в разных группах позвоночных животных. Мотивационная и ориентационная составляющие хомингового поведения.	6	2					2	2	2	4
РОЛЬ ВНУТРЕННИХ ЧАСОВ В ОРИЕНТАЦИИ. Биологические ритмы, история изучения. Ритмы высокой (ультрадианные), средней (циркадные инфрадианные) и низкой частоты циркасептанные, циркадисептанные, циркавигинтанные, циркатригинтанные, цирканнуальные. Структура биоритмов: цикл, период, частота, фаза. Понятия о свободнотекущем и захваченном ритме, формах цайтгебера. Центры биологических ритмов. Роль внутренних часов в ориентационном поведении (на примере миграций и хоминга птиц).	8	2					2	2	4	6
ХЕМОСЕНСОРНАЯ ОРИЕНТАЦИЯ Химические вещества, как источники запаховых ощущений. Структура и	11	4	1				5	2	4	6

распространение запахового облака в атмосфере и жидкости. Влияние физических параметров на скорость распространения запаха. Анализаторные системы. Понятия: анализатор, рецептор, адаптация рецептора, порог чувствительности рецептора. Типы хеморецепторов. Общее химическое чувство. Вкус. Обоняние. Строение и особенности функционирования органа обоняние в разных систематических группах позвоночных. Организация рецепторной части обонятельного анализатора. Кодирование обонятельного сигнала в головном мозге. Механизмы, позволяющие обонятельному анализатору справиться с разнообразием и непостоянством химических стимулов. Взаимосвязи обонятельного анализатора с другими системами организма. Преимущества и недостатки различных методов изучения роли обонятельного анализатора в ориентации животных. Использование химических стимулов в ориентации разных групп позвоночных животных.										
ЗРИТЕЛЬНАЯ ОРИЕНТАЦИЯ Особенности зрительного стимула с точки	11	3	2				5	2	4	6

зрения физики. Строение и физиология зрительного анализатора, общие сведения и различия у разных групп позвоночных. Разрешающая способность зрительного аппарата и методы её оценки. Восприятие подвижных и неподвижных объектов. Оценка расстояний и размеров объектов. Для чего нужно цветовое зрение. Поддержание движения по маршруту по зрительным объектам (в том числе фототаксис). Сравнительный аспект зрительных способностей в разных классах позвоночных (с примерами использования зрения в пространственной ориентации) Солнечный и звёздный компаса. Поляризованный свет, как источник информации.										
СЛУХ И ВЕСТИБУЛЯРНЫЙ АППАРАТ В ОРИЕНТАЦИИ ЖИВОТНЫХ Строение внутреннего уха у разных групп позвоночных. Структура и работа органа равновесия. Интеграция пути, как способ ориентации. Взаимодействие информации от внутреннего уха и проприорецепторов. Ориентация и навигация по гравитационным полям.	9	2	1				3	2	4	6

Особенности распространения звуковых волн. Слуховая чувствительность у позвоночных. Ориентация по источнику звука. Эхолокация у позвоночных животных.										
ОРИЕНТАЦИЯ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЯМ Строение электрорецепторов различных позвоночных. Генерация электрических полей, электролокация.	5	1					1	2	2	4
ОРИЕНТАЦИЯ ПО МАГНИТНОМУ ПОЛЮ ЗЕМЛИ Магнитное поле Земли (МПЗ), как источник информации. Характеристики и временные вариации. Методы локальной компенсации МПЗ, подходы и методики проведения эксперимента. Чувствительность к магнитному полю в разных группах позвоночных. Магнитный компас, инклинационный и полярный. Калибровка магнитного компаса у животных и взаимодействие с другими компасными системами. Навигация по магнитному полю земли. Магниторецепторы известные на сегодняшний день и модели возможных магниторецепторных систем высших позвоночных. Магнитная карта у земноводных, пресмыкающихся и птиц.	10	2	2				4	2	4	6

ОРИЕНТАЦИЯ И НАВИГАЦИЯ МИГРИРУЮЩИХ ПТИЦ Концепция компаса и карты. Полевые и лабораторные методы изучения ориентации и навигации птиц. Клетка Эмлена. Компасные системы птиц: солнечный, звёздный и магнитный компаса. Понятие навигационной карты. Мозаичная и градиентные карты. Магнитная и ольфакторная карты птиц. Пространственно-временная программа и контроль положения на трассе миграции	8	2					2	2	4	6
МУЛЬТИСЕНСОРНОСТЬ ОРИЕНТАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ Взаимодействие информации от разных сенсорных систем и их иерархия у разных животных. Комплексная модель ориентации. Половые и индивидуальные различия в ориентации и навигации.	8	2					2	2	4	6
«ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ» КЛЕТКИ МОЗГА Понятие когнитивной карты. Клетки места (Place cells), клетки – координатной сетки (Grid cells), «приграничные» клетки (border cells, boundary cells), клетки направления головы (head direction cells). Области мозга, где обнаружены	8	2					2	2	4	6

пространственные клетки и их свойства у грызунов. Функциональная неоднородность гиппокампа вдоль септотемпоральной (рострокаудальной для грызунов) оси. Феномен “replay” в гиппокампе. Связь с геометрией среды. Процессы картирования (mapping) и перекартирования (remapping). Факторы, влияющие на характеристики полей разрядов. Роль вестибулярной и кинестетической информации в функционировании пространственных клеток. Особенности пространственных клеток у других видов позвоночных и человека. Онтогенез системы «пространственных» клеток.										
ТЕСТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПАМЯТИ И СПОСОБНОСТИ ЖИВОТНЫХ К ОБУЧЕНИЮ Водный тест Морриса, тест Барнес с круглой платформой, Радиальный лабиринт (Д. Олтон). Основные показатели поведения и стратегии поиска цели в пространственных тестах. Варианты тестов для оценки референтной и рабочей пространственной памяти. Стратегии поиска платформы. Эффекты повреждения структур мозга.	6	2					2	2	2	4

Видовые и линейные различия в обучении. Сенсорные основы пространственной памяти. Роль разных сенсорных систем для выполнения теста Взаимодействие и конфликт разных сенсорных систем. Преимущество и недостатки разных тестов.										
СЛОЖНЫЕ ФОРМЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОГНИТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «Естественные» модели для изучения механизмов пространственного поведения птиц. Пространственная память птиц, запасающих на зиму корм. Особенности экологии и размеры гиппокампа птиц. Пространственная память и стратегия поиска корма у шимпанзе. Способность к экстраполяции направления движения целевого объекта у животных разных систематических групп. Структуры, контролирующие способность к экстраполяции у собак и врановых птиц. Тест Ревеша-Крушинского.	6	2					2	2	2	4
Промежуточная аттестация - зачет										
Итого:	108	30	6				36	26	46	72

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

Конспекты лекций, аудио- и видеозаписи лекций, файлы презентаций лекций, основная и дополнительная учебная литература (см. п.11)

11. Ресурсное обеспечение:

Основная литература

1. Бериташвили И.С., 1968. Память позвоночных животных, её характеристика и происхождение //Тбилиси, Мецниереба, 138с.
2. Вартамян И.А., 1999. Физиология сенсорных систем. Санкт-Петербург, Лань, 220с.
3. Киршвинк Дж., Джонс Д., Мак-Фадден Б., 1989. Биогенный магнетит и магниторецепция. М.: Мир, Т.І, 352с., Т.ІІ, 523с.
4. Кишкинѐв Д.А., 2006. Современные тенденции в изучении ориентации и навигации птиц // Зоологический журнал, Т. 85, №3, с. 342-367.
5. Лохманн К.Д., 1992. Как ориентируются морские черепахи //В мире науки, №3, с.40-47
6. Мак-Фарленд Д., 1988. Поведение животных: психобиология, этология и эволюция. М.: Мир, 518с.
7. Мешкова Н.Н., Федорович Е.Ю., 1996. Ориентировочно-исследовательская деятельность, подражание и игра как психологические механизмы адаптации высших позвоночных к урбанизированной среде. М.: Аргус, 225с.
8. Соколов Л.В., 1991. Филопатрия и дисперсия птиц //Труды Зоологического института, Т.230, 233с.
9. Францевич Л.И., 1986. Пространственная ориентация животных. Киев, Наукова Думка, 195с.
10. Холодов Ю.А., 1966. Влияние электромагнитных полей на центральную нервную систему. Москва, Наука, 283с.
11. Шеперд Г., 1987. Нейробиология. Москва, Мир, Т.1 – 454 с., Т.2 – 368.
12. Able K.P., 2000. The concepts and terminology of bird navigation. Journal of Avian Biology 32: 174 – 183
13. Adler K., 1982. Sensory aspects of amphibian navigation and compass orientation //Vertebrata Hungarica, V.21, p.7-18.
14. Alcock J., 2009. Animal behaviour: an evolutionary approach. Sinauer Associates. 606 p.
15. Collett T.S., Rees J.A., 1997. View-based navigation in Hymenoptera: multiple strategies of landmark guidance in the approach to a feeder //Journal of Comparative Physiology A, V.181, №1, p.47-58.
16. Hildebrand J.G., 1995. Analysis of chemical signals by nervous systems //Proc. Natl. Acad. Sci. USA, V.92, pp.67-74.
17. Hudson R., 1999. From molecule to mind: the role of experience in shaping olfactory function //Journal of Comparative Physiology A, V.185, p.297-304.
18. Jacobs L.F., 2003. The Evolution of the Cognitive Map // Brain, Behaviour and Evolution, V.62, p.128–139.
19. Moser E. I., Kropff E., Moser M., 2008. Place cells, grid cells, and the brain's spatial representation system // VOL.31 P. 69-89.
20. Müller-Schwarze D., 2006. Chemical Ecology of Vertebrates. Cambridge: Cambridge University Press. 563 p.

21. O'Keefe J., Nadel L., 1978. The hippocampus as a cognitive map / Oxford University Press, Oxford. 570 p.
22. Phillips J.B., 1986b. Two magnetoreception pathways in a migratory salamander //Science, V.233, p.765-767.
23. Sinsch U., 1992. Amphibians //Animal Homing, Papi F., Chapman & Hall, p.213-233.
24. Tolman E.C., 1948. Cognitive maps in rats and men // The Psychological Review, V. 55, №4, p. 189-208.
25. Wallraff H.G., Kiepenheuer J., Neumann M.F., Sinsch U., 1992. Microclimatic origin of inhaled air affects olfactory navigation of homing pigeons //Experientia, V.48, p.1153-1158.
26. Wiltschko W., Wiltschko R., 2005. Magnetic orientation and magnetoreception in birds and other animals // Journal of Comparative Physiology A, V.191, p. 675–693.

Дополнительная литература

1. Белькович В.М., 2001. Ориентация дельфинов. Механизмы и модели. М.: изд-во НЦССХ им. А.Н.Бакулева РАМН, 239с.
2. Бирюков Ж., 1964. Роль врождённых часовых систем в ориентации насекомых //Биологические часы. Под ред. Шноля С.Э., М.: Мир, с.613-629.
3. Гусельникова К.Г., Королёв А.М., Плетнёв О.А., 1979. Распознавание запахов нейронными сетями обонятельных луковиц амфибий и рептилий //Вопросы кибернетики, М.: ВИНТИ, вып.53, с.58-88.
4. Зинкевич Э.П., Васильева В.С., 1998. Химическая коммуникация млекопитающих: молекулярные подходы //Зоологический журнал, Т.77, №1, с.10-19.
5. Малюкина Г.А., Касумян А.О., Марусов Е.А., 1980. Значение обоняния в поведении рыб //Сенсорные системы. Обоняние и вкус, Ленинград, Наука, с.30-44.
6. Мантейфель Ю. Б., 1977. Зрительная система и поведение бесхвостых амфибий. М.: Наука, 266 с.
7. Марголис С.Э., 1980. Обонятельно направляемое поведение хвостатых амфибий //Сенсорные системы. Обоняние и вкус, Ленинград, Наука, с.44-59.
8. Adler K., 1980. Individuality in the use of orientation cues by green frogs //Animal Behaviour, V.28, p.413-425.
9. Avni R., Eilam D., 2008. On the border: perimeter patrolling as a transitional exploratory phase in a diurnal rodent, the fat sand rat (*Psammomys obesus*) // Animal Cognition. Vol. 11, Issue 2, pp 311-318
10. Cahill L., 2006. Why sex matters for neuroscience // Nature Reviews Neuroscience. V. 7, p. 477-484.
11. Eilam D., 2003. Open-field behavior withstands drastic changes in arena size // Behavioural Brain Research. V. 142, p. 53–62
12. Goodyear C.P., 1971. Y-axis orientation of the oak toad, *Bufo quercicus* //Herpetologica, V.27, №3, p.320-323.

13. Grassman M., 1993. Chemosensory orientation behaviour in juvenile sea turtles //Brain, Behaviour and Evolution, V.41, №3-5, p.224-228.
14. Hasler A.D., Scholz A.T., 1978. Olfactory imprinting in Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*) //Animal migration, navigation and homing, Schmidt-Koenig K., Keeton W.T., Berlin, Springer-Verlag, p.356-369.
15. Jones C.M., Braithwaite V.A., Healy S.D., 2003. The Evolution of Sex Differences in Spatial Ability // Behavioral Neuroscience. V. 117, №3, p. 403– 411
16. Landreth H.F., Ferguson D.E., 1967. Newt orientation by sun compass //Nature, V.215, p.516-518.
17. McNaughton B. L., Battaglia F. P., Jensen| O. |, Moser E. I., Moser M., 2006. Path integration and the neural basis of the ‘cognitive map’// Nature reviews neuroscience. Vol.7. P. 663-668.
18. Nevitt G.A., Dittman A.H., Quinn T.P., Moody W.J. (Jr.), 1994. Evidence for a peripheral olfactory memory in imprinted salmon //Proc. Natl. Acad. Sci. USA, V.91, p.4288-4292.
19. Ogurtsov S.V., 2004. Olfactory orientation in anuran amphibians // Russian Journal of Herpetology, V. 11, №1, p. 35-40.
20. Prut L., Belzung C., 2003. The open field as a paradigm to measure the effects of drugs on anxiety-like behaviors: a review // European Journal of Pharmacology. V. 463, pp. 3– 33
21. Sandeman D., 1999. Homology and convergence in vertebrate and invertebrate nervous systems //Naturwissenschaften, V.86, p.378-387.
22. Seachrist L., 1994. Sea turtles master migration with magnetic memories //Science, V.264, №5159, p.661-662.
23. Wells K. D. 2007. The ecology and behaviour of amphibians. Chicago: University of Chicago Press. 1148 p.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Brown, M.F., & Cook, R.G. (Eds.). (2006). *Animal Spatial Cognition: Comparative, Neural, and Computational Approaches*. [On-line]. Available: www.pigeon.psy.tufts.edu/asc/

Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

Kovach Computing Services <http://www.kovcomp.co.uk/oriana/>

Описание материально-технической базы.

Кафедра зоологии позвоночных биологического факультета МГУ располагает необходимым аудиторным фондом, компьютерами, проекторами и экранами, аудиоаппаратурой.

12. Язык преподавания: русский

13. Преподаватель (преподаватели):

доцент кафедры зоологиии позвоночных к.б.н. С.В. Огурцов

доцент кафедры зоологиии позвоночных к.б.н. В.В. Шахпаронов



Приглашенные лектора: М.Г. Плескачева (к.б.н., в. н. с. кафедры ВНД биологического факультета МГУ), Н.С. Чернецов (д.б.н., директор Биологической станция «Рыбачий», ЗИН РАН), А.Л. Мухин (к.б.н., с.н.с., ЗИН РАН)

**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Ориентация и навигация животных»
на основе карт компетенций выпускников**

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю), баллы БРС					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1, 0	2 1-29	3 30-59	4 60-89	5 90-100	
Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В1 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В2 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- - индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Знать: методы научно-исследовательской деятельности Код З1(УК-2)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Владеть:	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат,

технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код В2(УК-3)						<i>зачет</i>
Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код 32(УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, <i>зачет</i>
Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код В1(УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, <i>зачет</i>
Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, <i>зачет</i>

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры вопросов к промежуточному контролю (темы рефератов, вопросы для индивидуального собеседования):

1. Взаимодействие компасных систем, калибровка компасов, иерархия сенсорных систем в ориентации.
2. Магнитная карта у разных организмов.
3. Когнитивная карта и Навигационная карта Крамера: сходства и различия.
4. Миграции млекопитающих.
5. Электрорецепция и ориентация по электрическому полю.
6. Использование мигрирующими животными природных «лифтов» облегчающих миграции (струйные воздушные течения), водяные течения.
7. Половые различия в использовании ориентиров и ориентационных способностях и успешности пространственного обучения у животных и человека.
8. Механизмы ориентации рыб
9. Механизмы ориентации у мигрирующих беспозвоночных.
10. Хоминг у млекопитающих.
11. Мультисенсорная основа пространственного поведения.
12. Мотивационная составляющая в пространственном поведении.
13. Особенности ближне и дальнедистантной ориентации (сравнение).
14. Роль исследовательской активности в пространственном поведении животных.
15. Запасающая активность у птиц, пространственная память и гиппокамп.
16. Особенности "пространственных" клеток у летучих мышей

ПРОГРАММА

Зачета по спецкурсу «Ориентация животных»

ТИПЫ ОРИЕНТАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ, ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ АКТИВНОСТЬ

Роль пространственной ориентации в организации поведения животных. Первичная ориентация (координация, поддержание позы тела) и вторичная ориентация (навигация).

Проприорецепция и координация движений. Сухожильный орган Гольджи, мышечное веретено. Принцип обратной связи. Роль кинестетической памяти в пространственной ориентации.

Структура поведенческого акта. Поисковое (аппетентное) поведение. Модель ориентационного поведения и роль в ней ориентировочно-исследовательской реакции.

Исследовательское поведение у млекопитающих и птиц. Факторы, связанные с выраженностью исследовательского поведения: видовые особенности (структурированность среды обитания), площадь открытого пространства, социальный статус (доминирующая мотивация), агрессивность. Возможность наследования определённых проявлений исследовательского поведения.

Масштабы перемещений животных. Ближнедистантная ориентация. Разнокачественность особей по подвижности в пределах участка обитания. «Trade off» между проявлением исследовательской активности и выполнением поставленной задачи. Возможность наследования по признаку «осёдлый-мигрант».

МИГРАЦИИ ЖИВОТНЫХ

Расселение (дисперсия) у животных. Модель поведения при расселении. Расселение молодых и взрослых животных. Экологические факторы, которые могут обуславливать начало и масштабы расселения. Половые различия в поведении дисперсии у животных разных систематических групп. Сравнение с миграционной активностью молодых.

Кочевки их отличие от миграций и расселения. Взаимосвязь внешних условий и перехода к оседлому или кочевому образу жизни у разных животных. Механизмы ориентации во время кочевок.

Миграции. Понятие и разные типы филлопатрии. Методы изучения миграций у разных групп позвоночных животных. Различия миграционного поведения и протяженности миграций (дальние и ближние мигранты) в разных систематических группах хордовых.

Развитие миграционного поведения, отличия между молодыми и опытными животными. Половые различия в миграционном поведении.

Мотивационная и физиологическая составляющая миграционного поведения.

Происхождение миграций.

ВОЗВРАЩЕНИЕ ПОСЛЕ ИСКУССТВЕННОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ (ХОМИНГ)

Хоминг. Общие закономерности поиска цели (поведение на старте и поддержание направления после обнаружения цели). Биологическая основа хомингового поведения.

Постановка хомингового эксперимента и критерии оценки успеха возврата. Модель случайного поиска. Особенности хомингового поведения в разных группах позвоночных животных.

Мотивационная и ориентационная составляющая хомингового поведения.

РОЛЬ ВНУТРЕННИХ ЧАСОВ В ОРИЕНТАЦИИ

Биологические ритмы история изучения. Ритмы высокой (ультрадианные), средней (циркадные инфрадианные) и низкой частоты циркасептанные, циркадисептанные, циркавигинтанные, циркатригинтанные, цирканнуальные.

Структура биоритмов: цикл, период, частота, фаза. Понятия о свободнотекущем и захваченном ритме, формах цайтгебера. Центры биологических ритмов. Двухосциляторная модель регуляции суточной активности птиц.

Роль внутренних часов в ориентационном поведении (на примере миграций и хоминга птиц). Ночное миграционное беспокойство, ночной миграционный полёт его адаптивная функция.

ХЕМОСЕНСОРНАЯ ОРИЕНТАЦИЯ

Химические вещества, как источники запаховых ощущений. Взаимосвязь строения молекулы и запаха. Влияние физико-химических свойств на восприятие (летучесть, растворимость). Роль концентрации стимула, восприятие смеси веществ, движение водных и воздушных масс.

Структура и распространение запахового облака в атмосфере и жидкости. Влияние физических параметров среды на скорость распространения запаха. Роль диффузии и конвекции в распространении запаха.

Анализаторные системы. Понятия: анализатор, рецептор, адаптация рецептора, порог чувствительности рецептора.

Типы хеморецепторов и их строение.

Общее химическое чувство, особенности анализатора. Представленность в разных систематических группах. Роль в ориентации.

Вкус, особенности анализатора. Представленность в разных систематических группах. Роль в ориентации.

Строение и особенности функционирования органа обоняния в разных систематических группах позвоночных.

Организация рецепторной части обонятельного анализатора. Кодирование обонятельного сигнала в головном мозге. Механизмы, позволяющие обонятельному анализатору справиться с разнообразием и непостоянством химических стимулов.

Взаимосвязи обонятельного анализатора с другими системами организма: влияние гормонального фона на пороги чувствительности обонятельного анализатора, роль обонятельных сигналов в активации различных отделов головного мозга и сенсорных систем, существование других хемосенсорных каналов (терминальный нерв, тройничный нерв).

Преимущества и недостатки различных методов изучения роли обонятельного анализатора в ориентации животных: перерезка обонятельных нервов, закрывание ноздрей, анестезия, воздействие на рецепторы раствором сульфата цинка, смена запахов во внешней среде.

Использование химических стимулов в ориентации разных групп позвоночных животных. Обонятельный импринтинг у рыб амфибий и пресмыкающихся.

Птицы: проблема постоянства градиента запаховых стимулов в воздухе на больших расстояниях, морфологические особенности строения обонятельного анализатора птиц, поиск корма по запаху у трубконосых, возможность навигации по «ольфакторным картам» при хоминге у голубей и воробьинообразных.

Млекопитающие: роль основной и добавочной обонятельных систем в коммуникации млекопитающих, использование обоняния при хоминге и при поиске корма у ластоногих, поиск корма по запаху у кротов, использование обоняния при перемещении на знакомом участке у грызунов, механизмы обновления проб воздуха в обонятельной системе млекопитающих, оценка направления движения по пахучему следу у собак.

ЗРИТЕЛЬНАЯ ОРИЕНТАЦИЯ

Особенности зрительного стимула с точки зрения физики.

Строение и физиология зрительного анализатора общие сведения и различия у разных групп позвоночных. Аккомодация глаза.

Разрешающая способность зрительного аппарата и методы её оценки. Восприятие подвижных и неподвижных объектов. Особенности зрительного анализатора бесхвостых амфибий.

Оценка расстояний и размеров объектов. Перспектива. Роль структурированности среды в оценке расстояния. Для чего нужно цветовое зрение.

Поддержание движения по маршруту по зрительным объектам (в том числе фототаксис). Сравнительный аспект зрительных способностей в разных классах позвоночных (с примерами использования зрения в пространственной ориентации)

Солнечный и звёздный компас. Пинеальный и парietальный глаза позвоночных. Поляризованный свет, как источник информации. Ориентация по поляризованному свету.

СЛУХ И ВЕСТИБУЛЯРНЫЙ АППАРАТ В ОРИЕНТАЦИИ ЖИВОТНЫХ

Строение внутреннего уха у разных групп позвоночных (эволюция мембранного лабиринта).

Структура и работа органа равновесия. Строение полукружных каналов. Возбуждение и торможение невромастов полукружных каналов при поворотах головы. Взаимосвязь вестибулярного нейрона с моторными мышцами вовлеченными в ориентационное поведение.

Интеграция пути, как способ ориентации. Систематическая ошибка в интеграции пути. Взаимодействие информации от внутреннего уха и проприорецепторов.

Ориентация и навигация по гравитационным полям. Предпосылки, существующие актуальные исследования.

Особенности распространения звуковых волн в среде. Влияние, температуры, давления тумана и т.д. на распространение звуковой волны.

Слуховая чувствительность у позвоночных. Аудиограмма. Взаимосвязь слуховой чувствительности от физиологического состояния животных.

Ориентация по источнику звука. Роль звукового ориентира в ориентации земноводных и взаимосвязь с экологией вида.

Эхолокация у позвоночных животных.

ОРИЕНТАЦИЯ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЯМ

Строение электрорецепторов хрящевых и костистых рыб. Электрочувствительность млекопитающих. Пороги чувствительности.

Генерация электрических полей, электрические органы, электролокация.

ОРИЕНТАЦИЯ ПО МАГНИТНОМУ ПОЛЮ ЗЕМЛИ

Магнитное поле Земли (МПЗ), как источник информации. Характеристики и временные вариации. Влияние солнечного ветра. Методы локальной компенсации МПЗ, подходы и методики проведения биологического эксперимента.

Чувствительность к магнитному полю в разных группах позвоночных с раскрытием методик определения. Чувствительность к изменению разных компонент вектора напряженности магнитной индукции. Светозависимость магнитного компаса.

Магнитный компас, инклинационный и полярный. Калибровка магнитного компаса у животных и взаимодействие с другими компасными системами.

Навигация по магнитному полю земли. Склонение, наклонение и напряженность МПЗ. Магнитная карта у земноводных, пресмыкающихся и птиц

Магнитосомы бактерий. Магниторецепторы известные на сегодняшний день и модели возможных магниторецепторных систем высших позвоночных.

ОРИЕНТАЦИЯ И НАВИГАЦИЯ МИГРИРУЮЩИХ ПТИЦ

Концепция компаса и карты. Понятие навигационной карты. Мозаичная и градиентные карты. Врожденность навигационной карты.

Полевые и лабораторные методы изучения ориентации и навигации птиц. Клетки Эмлена.

Компасные системы птиц: солнечный, звёздный и магнитный компаса. Особенности и онтогенез.

Магнитная и ольфакторная карты птиц. Способность к долготной компенсации.

Области мозга ответственные за восприятие магнитной информации у мигрирующих птиц. Кластер N.

Пространственно-временная программа и контроль положения на трассе миграции

МУЛЬТИСЕНСОРНОСТЬ ОРИЕНТАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ

Взаимодействие информации от разных сенсорных систем и их иерархия у разных животных. Комплексная модель ориентации. Калибровка компасов.

Половые и индивидуальные различия в ориентации и навигации.

«ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ» КЛЕТКИ МОЗГА

Когнитивная карта Толмана и современные представления о когнитивной карте.

Клетки места (Place cells). Открытие клеток места в гиппокампе крыс и их свойства. Процессы картирования (mapping) и перекартирования (remapping). Факторы, влияющие на характеристики полей разрядов клеток места при картировании новой среды и при перекартировании.

Роль вестибулярной и кинестетической информации для нормального функционирования клеток места. Клетки места крыс при передвижении по вертикальной поверхности.

Клетки места у представителей других видов позвоночных животных. Летучие мыши, обезьяны, птицы. Клетки места у человека.

Функциональная неоднородность гиппокампа вдоль септотемпоральной (рострокаудальной для грызунов) оси. Особенности клеток места вдоль септотемпоральной оси гиппокампа грызунов.

Феномен “replay” в гиппокампе. Обучение и клетки места гиппокампа. Изменение локализации поля разряда клеток места после обучения.

Клетки координатной сетки. Области мозга, где обнаружены клетки координатной сетки и их свойства на примере грызунов. Изменение структуры полей разряда клеток координатной сетки в новой среде и при привыкании к ней.

Геометрия среды (форма и размеры арен) и характеристики клеток координатной сетки. Медиальная энторинальная кора крыс, представление пространства с разным разрешением.

Паттерны разрядов клеток координатной сетки крыс на вертикальной поверхности. Клетки решетки других видов млекопитающих: лабораторные мыши, летучие мыши, человек.

«Приграничные» клетки (border cells, boundary cells), области мозга, где они обнаружены и их свойства.

Клетки направления головы (head direction cells). Области мозга, где обнаружены клетки направления головы и их свойства. Взаимодействие с вестибулярной системой. Интеграция пути и клетки направления головы.

Онтогенез у крыс системы «пространственных» клеток, обеспечивающих пространственное представление среды и навигацию.

ТЕСТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПАМЯТИ И СПОСОБНОСТИ ЖИВОТНЫХ К ОБУЧЕНИЮ

Водный тест Морриса. Версии теста Морриса. «Пространственная» и «непространственная» версии. Варианты тестов для оценки референтной и рабочей пространственной памяти. Основные показатели поведения в тесте Морриса, тестовая попытка. «Пространственная» и «непространственная» стратегии поиска платформы. Разные способы оценки показателей тестовой попытки.

Возрастные особенности обучения в тесте Морриса у крыс. Половые различия успешности обучения. Эффекты повреждения гиппокампа. Преимущество и недостатки водных тестов.

Тест Барнес с круглой платформой. Основные показатели, которые используются для оценки успешности обучения. Тестовая попытка, разные способы оценки предпочтения целевого отверстия.

Используемые стратегии поиска цели. Возрастные особенности выполнения теста у крыс (Barrett et al., 2009).

Модифицированный тест Барнес, «оборонительная» и «пищевая» версии. Роль мотивации в успешности решения теста у мышей. Преимущество и недостатки теста Барнес.

Радиальный лабиринт (Д. Олтон) Типы радиальных лабиринтов, процедура тестирования, показатели, которые используются для оценки успешности обучения. Варианты задач для оценки рабочей и референтной памяти.

Факторы, определяющие успешность выполнения теста. Сенсорные основы пространственной памяти. Роль разных сенсорных систем для выполнения теста. Особая роль зрения для пространственного обучения в радиальном лабиринте. Взаимодействие и конфликт разных сенсорных систем

Сравнение обучения в радиальном лабиринте животных разных видов и систематических групп, гигантский радиальный лабиринт. Половые различия успешности обучения в радиальном лабиринте у грызунов. Влияние возраста на успешность обучения. Влияние повреждения

гиппокампа и энторинальной коры на успешность обучения в радиальном лабиринте. Преимущество и недостатки метода радиального лабиринта.

СЛОЖНЫЕ ФОРМЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОГНИТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

«Естественные» модели для изучения механизмов пространственного поведения птиц. Пространственная память птиц, запасавших на зиму корм. Особенности экологии и размеры гиппокампа птиц.

Пространственная память и стратегия поиска корма у шимпанзе. Способность к экстраполяции направления движения целевого объекта у животных разных систематических групп. Структуры, контролирующие способность к экстраполяции у собак и врановых птиц. Тест Ревеша-Крушинского.