**«Арены жизни от полюсов до экватора: звери, птицы и люди в экосистемах планеты»**

***Life arena from the poles to the equator: animals, birds and people in the ecosystems of the planet***

**Трудоемкость** – 24 часа (12 лекций).

**Форма отчетности** – зачет.

**Лектор:** Иваницкий Владимир Викторович, д.б.н., профессор кафедры зоологии позвоночных биологического факультета МГУ, vladivanit@yandex.ru

**Программа курса**

**Лекция 1.** **Рождение слова, рождение смысла: кто придумал экосистемы, и что он имел при этом в виду?**

Экосистемы Тенсли, биогеоценозы Сукачева, биомы Одума: разные подходы к формулированию сходных в своей основе представлений о природных многовидовых сообществах: саморегулирующихся и самовоспроизводящихся комплексах живых и косных (т.е. неживых) компонентов, длительно сосуществующих на определенной территории и связанных между собой обменом веществ и энергии.

 Природная или географическая зональность Земли - главный фактор, создающий разнообразие экосистем. Суть феномена зональности состоит в закономерных изменениях географической оболочки Земли, проявляющихся в последовательной и определенной смене географических поясов и зон, обусловленной главным образом характером широтного распределения лучистой энергии Солнца. Приро́дная зо́на — часть географической оболочки Земли, имеющая характерные составляющие её природные компоненты и процессы. Это — климат, рельеф, гидрологические и геохимические условиями, а также почвы, растительность и животный мир.

 Развитие учения о природной зональности в трудах А. Гумбольдта ((1769-1859), В.В. Докучаева (1846 – 1903), Л.С. Берга (1876 – 1950), Ю.И. Чернова (1928-2011). Радиационный индекс сухости М.И. Будыко, как критерий дифференциации климатов и связанных с ними природных зон. Периодический закон природной зональности Будыко-Григорьева. Понятие о зональной, азональной и интразональной растительности; зональные ареалы растений и животных. Закон секторности, как дополнение закона географической зональности, рассматривающее влияние перераспределения поступившей энергии солнца в виде изменения климатических факторов при продвижении вглубь материков (нарастание континентальности климата) — характер и распределение осадков, число солнечных дней, среднемесячные температуры и прочее. Закон вертикальной поясности, как отражение закономерных изменений температуры, влажности и подвижности воздушных масс при увеличении абсолютной высоты местности. Эффект сползания, редукции и выпадения высотных поясов по мере продвижения к северу (Южный, Средний и Полярный Урал).

**Лекция 2. Морские экосистемы Арктики и Антарктиды: на стыке льдов, воды и суши.** Льды как аналог суши, обеспечивающий жизнедеятельность позвоночных животных, нуждающихся в твердом субстрате. Биполярность в распространении таксонов и экосистем Уникальные структурные особенности морского льда, как среды обитания живых организмов. Жизнь на льду, в толще льда и подо льдом. Годовой ритм развития фитопланктона – основы жизни в Арктике и Антарктиде. Колоссальные скопления планктонных ракообразных в «поясе изобилия» приполярных вод – ключевой пищевой ресурс китообразных (усатые киты), ластоногих (тюлени-крабоеды), пингвинов и чистиковых птиц (люрики, конюги). Особенности населения холодноводных рыб. Планктонофагия и ихтиофагия – главные трофические стратегии высших позвоночных при освоении ресурсов Арктики и Антарктиды. Бентос и его потребители (моржи, гаги). Разнообразие. стратегии выживания и биоценотическая роль крупных хищников (морской леопард, косатка, белый медведь). Люди в Арктике: охота на морского зверя, как стратегия существования этноса (морские чукчи, эскимосы). Энергетика и рекреация: воздействие на экосистемы.

**Лекция 3.** **Экосистемы тундры и полярной пустыни: на переднем крае земли и на службе у современной биогеоценологии.** Относительная простота тундровых сообществ в сочетании с полноценным присутствием в их составе всех структурных экосистемных компонентов. Вечная мерзлота, разнообразие ее проявлений и биоценотические последствия. Тундры зональные и горные. Полярные пустыни — самая малая по площади природная зона с крайне разреженным растительным покровом и ограниченным таксономическим разнообразием. Географическое размещение и зональная структура тундры (арктическая, лишайниково-моховая, кустарниковая, лесотундра). Причины безлесья тундры. Зональная приуроченность растений и животных (гипоаркты, эваркты, гипераркты). Гуси как сезонный потребитель растительной массы: рационы, видовое разнообразие, численность, нагрузка на экосистемы. Белая и тундряная куропатки: экологические, поведенческие и физиологические приспособления к круглогодичному обитанию в тундре. Биоценотическая роль леммингов: подснежное размножение, колебания численности, значение в питании хищников (песец, полярная сова, поморники). «Экосистемный треугольник» тундры: песец – лемминги – птицы. Комары тундры: кровопийцы и благодетели. Кулики как ключевое звено тундровых орнитокомплексов и главные потребители двукрылых. Северный олень как уникальная жизненная форма копытных: современная численность, домашние и дикие стада, питание, пастбищный пресс, кочевки, взаимоотношения с хищниками (волк, росомаха). Экосистемы тундры в системе природопользования традиционных этносов и перед лицом глобальных антропогенных трансформаций и потепления климата.

**Лекция 4.** **Тайга – зона бореальных хвойных лесов.** Протяженность и географическое размещение пояса тайги, ее зональные подразделения (северная, центральная, южная тайга) и секторные особенности (темнохвойная европейская тайга и светлохвойная тайга Восточной Сибири). Дождевые леса тихоокеанских побережий Канады и США – максимальная биомасса для всех наземных экосистем – от 500 до 2000 тонн/га. Самые высокие (до 100 м) и самые долгоживущие (до 1000 лет) деревья на планете. Роль таежных экосистем в депонировании углерода. Краткость безморозного периода, медленное разложение отмершей растительности, заболачивание и торфонакопление. Обилие валежника и его значение в жизни животных (соболь). Семена хвойных – основа круглогодичного существования позвоночных животных тайги. Годовая ритмика плодоношения и урожайности основных пород. Уникальные кедровники Южной Сибири. Разнообразие потребителей семян хвойных: от клеста и гаички до полевок, соболя и медведя. Особенности питания, биоценотическое значение и масштабы трофической активности потребителей вегетативных частей растений: глухари, зайцы, лоси. Сезонная смена кормов. Роль снежного покрова в жизни таежных животных. Особенности хищнической деятельности волка, бурого медведя, рысей и росомахи. Таежные пожары и пирогенные сукцессии. Эвенки - аристократы тайги, верховая езда, как основа для преуспевания этноса в тайге.

**Лекция 5.** **Широколиственные (неморальные) леса.** Особенности географического распространения и основные лесообразующие породы в Старом и Новом Свете. Полоса подтаежных лесов Евразии, хвойно-широколиственные леса. Евразийская лесостепь, дубовые «саванны» на границе лесов и прерий в Северной Америке. Четко выраженная сезонность климата, холодная многоснежная зима. Преобладание листопадных деревьев и кустарников. Дождевые («туманные») вечнозеленые буковые леса восточной Австралии, Новой Зеландии и западных склонов Анд. Массовые листогрызущие насекомые как фоновый и как экстремальный биоценотический фактор. Последствия зоогенной дефолиации. Птицы, муравьи и паразитические перепончатокрылые в борьбе с вредителями леса. Накопление лесной подстилки и ее утилизация бактериями, грибами, панцирными клещами, нематодами, диплоподами и дождевыми червями в процессе почвообразования. Особенности плодоношения деревьев и кустарников. Зоохория. Географическое распространение и экология сонь. Желтогорлая мышь – специализированный потребитель желудей, ключевое звено в экосистеме европейского широколиственного леса. Белоногий хомячок – экологический аналог желтогорлой мыши в широколиственных лесах северной Америки. Роль птиц в расселении дуба (сойки Старого и Нового Света, желудевый дятел). Изменения растительного покрова и почвы под воздействием копытных (зубры, лоси, олени, косули, кабаны). Биоценотические и фаунистические особенности хвойно-широколиственных и широколиственных лесов Дальнего Востока.

**Лекция 6.** **Степи и прерии: океаны трав между лесами и пустыней**. Лес и степь: травы и деревья в борьбе за жизненное пространство. Плотнодерновинные злаки как основная жизненная форма степной растительности. Географическое размещение и разнообразие травяных биомов умеренного пояса: евразийские степи и североамериканские прерии. Градиенты широтной зональности и секторности (континентальности). Степи луговые (полидоминантные), настоящие (ковыльные) и засушливые (типчаково-полынные). Реликты плейстоценовой «тундростепи»: степные биомы в зоне вечной мерзлоты (Даурско-Якутско-Чукотско-Аляскинская аридная дуга). Резкие годовые, сезонные и суточные колебания температуры и увлажнения, влекущие за собой столь же масштабные изменения состава растительности и локальной численности животных (в том числе за счет миграций). Степи как экосистемы пастбищного типа с преобладанием прямого потребления большей части годовой продукции растительности. Особенности почвенной фауны, преобладание эфемеров-эхитреид и жуков-чернотелок, способствующих быстрой минерализации, над гумусообразователями (дождевые черви). Копытные животные и грызуны в степной экосистеме: воздействие на растительность (стравливание и вытаптывание) и почвенный слой (роющая деятельность). Сайгаки как жизненная форма типичного степного млекопитающего. Многообразные связи с норами как преобладающая часть приспособительной стратегии степных зверей. Особенности экологии степных хищных млекопитающих. Относительная бедность степных орнитокомплексов. Антропогенная история степей в голоцене (пастбищная нагрузка, распашка, степные пожары). Между лесом и степью: в "экосистемной колыбели" русского этноса.

**Лекция 7.** **Экосистемы пустынь и полупустынь: бегство от зноя и погоня за влагой.** Пустыни – экосистемы, занимающие максимальную совокупную площадь, но имеющие минимальную биологическую продуктивность. Географическое распространение и разнообразие пустынных ландшафтов и экосистем (экстрааридные, аридные и семиаридные территории, песчаные, глинистые, каменистые пустыни). Холодные высокогорные пустыни Тибета и Анд. Туманные прибрежные пустыни, омываемые холодными течениями (Атакама, Намиб). Высокие температуры, дефицит воды и подвижность субстрата (перевевание песка ветром). Сезонная и многолетняя ритмика выпадения осадков. Жизненная форма эфемеров. Кустарники и деревья в пустыне. Черносаксаульники Каракумов как пример максимальной продуктивности пустынных экосистем. Роющая деятельность пустынных грызунов и их воздействие на ландшафты и почвы. Большая песчанка как системообразующий компонент биоценозов пустынь Средней Азии. Гипертермия антилоп Сахары (адддакс, орикс, газели) как уникальное физиологическое приспособление к перманентной экспозиции на солнцепеке и недостатку воды. Особенности накопления и перераспределения биомассы и деятельность сапрофагов (пустынные мокрицы, жуки-чернотелки, термиты). Деятельность хищных беспозвоночных (фаланги, скорпионы, жужелицы). Сообщество муравьев пустыни; муравьи-жнецы, как конкуренты грызунов и птиц в экологической нише потребителей семян травянистых растений. Пресмыкающиеся и птицы в экосистемах пустынь. Процессы опустынивания как глобальный экологический фактор современности. Рукотворные пустыни, гибель Аральского моря и аридизация Средней Азии.

**Лекция 8.** Дождевые тропические леса как средоточие биоразнообразия планеты. Основные регионы и условия произрастания дождевых тропических лесов: Южная Америка, Западная Африка, Юго-Восточная Азия. Сезонный ритм выпадения осадков и географическое распространение вечнозеленых (экваториальных) и полулистопадных (муссонных) лесов тропического пояса. Доля тропических лесов в общем лесном фонде планеты и их вклад в связывание углерода. Ошеломляющее богатство растительного мира и устройство лесного интерьера. Древесный полог как главное средоточие жизни и всех продуктивных процессов. Деревья как доминирующая жизненная форма растений тропического леса. Колоссальное видовое разнообразие деревьев и относительная редкость большинства видов. Полидоминантные и монодоминантные леса. Растительные ярусы, полог леса как главное место обитания большинства животных. Специфические жизненные формы и морфологические особенности растений тропического леса (лианы, эпифиты, досковидные и воздушные корни, фикусы-удушители). Круглогодичная доступность плодов и цветочного нектара, их специализированные потребители в экосистеме тропического леса. Деятельность животных опылителей при отсутствии ветра (пчелы, дневные и ночные бабочки, нектароядные птицы и летучие мыши). Особенности плодоношения и распространения семян: роль обезьян, крыланов и плодоядных птиц (голуби, бородастики, турако, птицы-носороги, туканы). Попугаи – истребители семян. Морфологические и физиологические особенности листьев тропических деревьев как приспособление к особенностям климата и деятельности листогрызущих насекомых. Тотальный контроль всех сред обитания со стороны хищных муравьев: от вершин эмерджентов до верхних горизонтов почвы. Огромная численность и разнообразие муравьев. Муравьи-листорезы. Бродячие муравьи Африки и Южной Америки и жизненная форма связанных с ними насекомоядных птиц-сателлитов. Лесная подстилка как аккумулятор отмирающей органики и место ее переработки. Работа лесных мусорщиков: термиты, грибы, бактерии. Термиты как ключевое звено экосистемы дождевого тропического леса. Термиты и муравьи: война продолжительностью 100 миллионов лет. Человек в тропическом лесу: традиционные формы хозяйственной деятельности (охота, собирательство, подсечно-огневое земледелие). Масштабы эксплуатации и современное состояние тропических лесов, степень изученности и глобальные перспективы выживания. Основные гипотезы происхождения дождевых тропических лесов и их роль в эволюции органического мира Земли.

**Лекция 9.** **Экосистемы саванн: устойчивость вопреки нестабильности.**

Саванны – тип экосистем преимущественно тропического пояса со сплошным травяным покровом и хорошо развитым древесным ярусом с проективным покрытием не более 40% площади и наличием в годовом цикле длительной засухи (4 – 7 месяцев). Географическое распространение и ландшафтное разнообразие саванн. Сезонно затопляемые саванны. Баланс деревьев и трав под воздействием фитофагов, климата и пожаров. Эффект «водяного лифта». Высокотравье – один из важных экологических факторов в жизни животных саванны. Уникальное разнообразие и обилие крупных растительноядных животных и хищных млекопитающих в африканской саванне. Трофическая конкуренция растительноядных и поведенческая интерференция хищников. Белый и черный носороги - "газонокосилки" и "сучкорезы" саванны, пример дивергенции двух основных типов питания крупных растительноядных животных: "грассеров", поедающих почти исключительно травянистую растительность (белый носорог, буйвол, зебры, гну, лошадиная антилопа), и "браузеров", потребляющих, главным образом, побеги деревьев и кустарников (черный носорог, жираф, антилопы геренук, канна, куду и др.). Слоны и другие крупные млекопитающие (носороги, бегемоты, буйволы) как созидатели ландшафтного интерьера саванны. Роль бегемотов и капибар в транспорте вещества между наземными и водными экосистемами. Ассенизаторы и могильщики в саванне: деятельность животных-падальщиков (сипы, грифы, аисты-марабу, гиены, жесткокрылые) и растаскивание семян жуками-навозниками. Термиты в саванне: масштабы присутствия, строительной и трофической деятельности. Специализированные потребители термитов в саваннах (большеухая лисица, земляной волк, трубкозуб, муравьеды, хищные муравьи). Внетропические саванноподобные биомы: дубовые саванны Северной Америки, фисташковые саванны низкогорий Средней Азии. Люди в саванне или почему африканцы не уничтожили крупных животных.

**Лекция 10. Экосистемы переувлажненных территорий.** Разнообразие и географическое распространение территорий с избыточным увлажнением. Болото как саморазвивающаяся экосистема, в которой степень продукции органического вещества растениями во много раз превышает степень их разложения. Верховые и низинные болота. Крупнейшие болотные комплексы Земли: заболоченная тектоническая впадина Пантанал Бразилии (около 150 тыс. км2), дельта Ганга (Сундарбан, 100 тыс. км2), Васюганское болото (53 тыс. км2). Торфяные болота Восточной Европы и Западной Сибири как эталон ненарушенных территорий, главное хранилище связанного углерода планеты, южный форпост тундровых орнитокомплексов в зоне бореальных лесов (обитают белая куропатка, золотистая ржанка, чернозобая гагара) и убежище редких видов птиц (дербник, беркут, скопа, серый сорокопут). Грядово-мочажинные комплексы, озерковый ландшафт и причины коварства болотной трясины. Эстуарии северных морей, заросли надводных и околоводных макрофитов (тростник, рогоз, папирус) и мангровые леса тропических побережий как среда обитания птиц и млекопитающих. Ондатра – история переселенца. Тигры, олени и кабаны в тростниках Прибалхашья и в манграх Сундарбана. Сезонно-затопляемые тропические леса Амазонии: стратегии выживания наземных животных по соседству с дельфинами, ламантинами, кайманами, хищными и растительноядными пираньями. Могут ли люди жить на болоте? Масштабы осушения болот и проблема выживания ветландов в современном мире.

**Лекция 11. Горные экосистемы**. Абсолютная высота (над уровнем моря), экспозиция и крутизна склонов – основные экологические факторы, определяющие условия обитания горных растений и животных. Температурная инверсия. Высотная поясность и ее особенности в высочайших горных странах и на отдельных вершинах мира (Килиманджаро, Анды, Гималаи) и Евразии (Кавказ, Алтай, Тянь-Шань). Пределы вертикального распространения животных и растений в горах. Значение верхней границы леса как полосы высокой концентрации активности многих горных животных. Выдающиеся способности к скалолазанию и биологический успех полорогих при освоении горных экосистем. Снежный барс как уникальная жизненная форма крупного хищника, приспособленного к специфическим условиям высокогорья. Масштабы строительной деятельности и биоценотическое значение крупных горных грызунов (сурки в горах Центральной Азии, вискаши в Андах). Разнообразие мелких петрофильных млекопитающих (пищухи, горные полевки, шиншиллы) и связанные с ними хищники (горностай, манул, андская кошка). Птицы высокогорий: от верхней границы леса до субнивальной зоны (улары, горные вьюрки, завирушки). Параллелизмы и аналогии в структуре горных экосистем в разных районах Земного шара. Труднодоступность горных ландшафтов и суровость климата высокогорий как гаранты сохранения биоразнообразия.

**Лекция 12.** **Экосистемы средиземноморского типа: в "экосистемной колыбели" европейской цивилизации.** Сухие субтропики по обе стороны экватора. Магические широты для идеального виноградарства в условиях прохладной и влажной зимы и долгого, жаркого и сухого лета. Калифорнийский чапараль, испанская гаррига, крымский шибляк - ландшафтное и геоботаническое разнообразие экосистем средиземноморского типа. Изреженность лесов и низкорослость деревьев как реакция на хронический недостаток влаги. Лавровые леса и оливковые рощи. Как козы съели Грецию. Антропогенные и естественные пожары и их роль в структурировании экосистем. "Противопожарная безопасность" растений. Богатая фауна при низком зоологическом своеобразии - практически все виды зверей и птиц, населяющих экосистемы средиземноморского типа, обитают также и в других экосистемах. Европейский кролик и на что он способен, если рядом нет испанской рыси. Славки, песресмешки, бормотушки: в мире мелких насекомоядных птиц Европейского Средиземноморья.

**Основная литература.**

1. Абдурахманов Г. М., Криволуцкий Д. А., Мяло Е. Г. Огуреева Г. Н.. Биогеография Серия: Высшее образование. М.: Академия, 2003.

2. Воронов А.Г., Дроздов Н.Н., Криволуцкий Д.А., Мяло Е.Г., 2003. Биогеография с основами экологии. М.: ИКЦ «Академкнига»

3. Второв П.П., Дроздов Н.Н., 1978. Биогеография. М.: Просвещение.

4. Дроздов Н.Н. , Мяло Е. Г. 1997. Экосистемы мира. - М.: ABF.

**Дополнительная литература.**

1. Боч М.С., Мазинг В.В., 1979. Экосистемы болот СССР. Л.: Наука.

2. Владышевский Д.В., 1980. Экология лесных зверей и птиц: кормодобывание и его биоценотическое значение. Новосибирск: Наука.

3. Жерихин В.В., 2003. Избранные труды по палеоэкологии и филоценогенетике. М.: КМК.

4. Залетаев В.С., 1976. Жизнь в пустыне. М.: Мысль

5. Злотин Р.И., 1975. Жизнь в высокогорьях. М.: Мысль.

6. Мельников И.А., 1989. Экосистема арктического морского льда. М.: Ин-т океанологии им. П.П.Ширшова

7. Мордкович В.Г., 2014. Степные экосистемы. Новосибирск. Наука.

8. Разумовский С.М., 1981. Закономерности динамики биоценозов. М.: Наука.

9. Ричардс П., 1961. Тропический дождевой лес. М.: Иностранная литература.

10. Симкин Г.Н., 1974. Биогеоценозы таежного леса. М. Изд-во МГУ.

11. Успенский С.М., 1969. Жизнь в высоких широтах. М.: Мысль.

12. Чернов Ю.И., 1975. Природная зональность и животный мир суши.

13. Чернов Ю.И., 1980. Жизнь тундры. М.: Мысль.

14. Шмидт-Нильсен К., 1972. Животные пустынь. Л.: Наука.

15. Уиттекер Р., 1980. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс.

Составитель: доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии позвоночных

 В.В. Иваницкий