

«Физические основы эволюции и экологии»

(снс Копцик С.В., 36 часов)

1. **Основные понятия, предмет и задачи физических исследований в экологии.** Проблема интеграции естественнонаучных знаний. Экология, биология и науки о земле. Физика и экология. Историческая и методологическая связь наук. Краткая история развития экологии. Роль экологии в современном мире. Глобальный характер экологических проблем как проблемы выживания человечества. Экология в узком и широком смысле. Распространение организмов. Уровни организации живого. Понятия экологической системы, биосферы, природной среды (атмосфера, гидросфера, литосфера), техносферы, ноосферы. Экосистема как функциональная и структурная единица биосферы.
2. **Физические представления об эволюции (введение).** Два великих эволюционных закона 19 века – 2-ой закон термодинамики и теория Дарвина. Процессы качественной трансформации и/или деградации, процессы структурного изменения от одного состояния к другому как характерная черта сложных систем – биотических и абиотических. Основные закономерности самоорганизации систем – принципы экспорта энтропии (накачки), преобразования энергии, сверхкритического удаления, нелинейности и обратной связи, внутренней обусловленности, нарушения симметрии, устойчивости, ограниченной предсказуемости. Иерархия знания и эмергентные свойства сложных систем.
3. **Эволюция материи и Земли.** Основные космологические представления об эволюции материи. Этапы эволюции солнечной системы и Земли. Геохронологическая шкала времени. Зоны сейсмической и вулканической активности и литосферные плиты. Магнитное поле земли, его временные изменения. Аномальное геомагнитное поле и инверсии магнитного поля земли. Палеомагнетизм и дрейф континентов. Возможные механизмы дрейфа. Непрерывный и скачкообразный характер наблюдаемых изменений.
4. **Тепловой режим Земли** как один из важнейших внешних факторов влияния на эволюцию и экологию. Средняя температура планеты. Тепловой баланс атмосферы и поверхности Земли. Высотный ход температуры. Климатообразующие факторы, циркуляция атмосферы и океана. Радиационно-тепловой баланс атмосферы. Термодинамическая оценка температуры Земли, парниковый эффект. Естественные и антропогенные причины изменения климата. Восстановление температур Земли. Буферная роль океанов, диодный эффект. Система океан-

атмосфера как тепловая машина. Глобальная циркуляция атмосферы и океанов. Петля Брокера и волны Россби. Глобальные и локальные изменения климата. Обратные связи в климатической системе. Влияние землепользования на альbedo Земли и, как следствие, на климат.

5. ***Пространственная и временная изменчивость свойств как характерная, внутренне присущая черта экосистем.*** Геостатистические методы описания изменчивости. Вариограммы. Типичность проявления остаточной дисперсии в различных, в том числе малых (“точечных”) масштабах. Физический механизм изменчивости удельной поверхности гетерогенной системы частиц (как пример). Гипотеза о физической обусловленности изменчивости свойств экосистем. Нарушающий характер измерений. Ограничения на характерные масштабы исследуемых физическими методами экологических объектов и предельную “точность” измерений. Эволюция и экология как статистические науки (в смысле статистической физики).
6. ***Химическая эволюция.*** Современное состояние: молекулярно-клеточная структура живой материи и биохимическая передача генетической информации. Возможные начальное состояние атмо- и гидросферы, источники энергии и экспериментальное моделирование пребиологической эволюции простых соединений (опыты Миллера и Юри и др.). Эксперименты по синтезу сложных молекул без участия ферментов. Гипотеза Мухина, сценарий Вехтерхойзера. Индуцированный синтез на “неживых” структурах (эксперименты Кацера). Образование пребиотических структур (коацерваты, микросферы). Кинетика синтеза малых молекул. Автокатализ как процесс молекулярного отбора. Образование пребиотических органических соединений как физическая неизбежность.
7. ***Молекулярное устройство современной жизни*** (краткий исторический экскурс).
8. ***Биохимическая эволюция.*** Невозможность случайного синтеза сложных биомолекул. Проблема возникновения информации и программируемого синтеза. Гипотетический первичный синтез белка-репликазы, возникновение белков-адаптеров и гиперцикла (по Чернавскому). Теория эволюции гиперциклов Эйгена. Ограничения детерминистического подхода. Выбор единого кода (оптимизация vs максимизация). Микроинформация и энтропия, кодовая и смысловая информация, ценность информации. Сложность аминокислот как отражение эволюции гене-

тического кода. Экспериментальные успехи последних десятилетий по синтезу "жизни" (ключевых звеньев современного биоцикла) *in vitro*.

Основная литература.

1. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Основы общей экологии. М., «Университетская книга», 2005. 240 С.
2. Эбелинг В., Энгель А., Файстель Р. Физика процессов эволюции. Синергетический подход. М., «УРСС», 2001, 328 С.
3. Трухин В.И., Показеев К.В., Куницин В.Е., Шрейдер А.А. Основы экологической геофизики. СПб., «Лань», 2004, 384 С.
4. Романовский Ю.М., Степанова Н.В., Чернавский Д.С. Математическое моделирование в биофизике. Введение в теоретическую биофизику. М, Ин-т компьютерных исследований, 2004, 472 С.
5. Эйген М., Шустер П. (1982) Гиперцикл. Принципы самоорганизации макромолекул. М, Мир, 1982.
6. Кунин Е. Логика случая. О природе и происхождении биологической эволюции. М, Центрполиграф, 2017, 527 С.

Интернет-ресурсы.

- Янковский Н.К. Основы биологии.
<http://bio.fizteh.ru/student/files/biology/biolections/>
- <http://magn.ru>

Порядок прохождения экзамена.

Необходимо заблаговременно представить реферат на согласованную с лектором тему. Экзаменуемые устно отвечают на 2 вопроса по теме курса (билеты) и углублённо излагают отдельные вопросы в рамках темы реферата.