

# УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ

## программа курса лекций для студентов магистратуры биолого-почвенного факультета СПбГУ

### **1. Основные концепции и методы биосферных исследований**

Развитие взглядов на концепцию биосферы. Роль работ В. И. Вернадского в формировании современных взглядов на структуру и границы биосферы. Биосфера в современном понимании и ее место среди других оболочек Земли. Специфика биосферы как объекта исследований. Методы исследований биосферы. Событийный подход в исследованиях развития биосферы. Геоцентризм, космоцентризм и синтетизм в биосферных исследованиях. Ключевые проблемы в изучении эволюции биосферы. Исторический подход в биологии и смежных науках; стратиграфия и тафономия, принципы и методы палеоэкологических реконструкций.

### **2. Структура современной биосферы**

Структура, границы и компоненты биосферы. Структура литосферы. Литосферные процессы и их влияние на биосферу. Дегазация недр, генерация магнитного поля, спрединг, субдукция и дрейф материков, формирование рельефа как факторы формирования биосферы. Гидросфера, ее границы, физические свойства; химические особенности воды, циркуляция вод при разных климатических условиях и их влияние на свойства биосферы. Энергия в гидросфере, фотическая зона. Атмосфера, её структура и циркуляция. Глобальная климатическая модель голоцена. Радиационный баланс Земли, парниковые газы, парниковый эффект и роль биосферы в его формировании. "Теплая" и "холодная" климатические модели, их приуроченность к геологическим эпохам и влияние на биосферу. Биомы в современной биосфере, их ландшафтно-географическая обусловленность и основные структурные черты. Источники вещества и энергии в биосфере.

### **3. Биогеохимия и учение о биосфере**

Проблематика и объекты биогеохимии. Роль В.И. Вернадского в развитии биогеохимии. Классификации химических элементов. Содержание химических элементов в биосфере и ее окружении. Биогенные элементы, их источники, запасы и скорости оборота. Типы биогеохимических циклов и их роль в функционировании биосферы. Биогеохимические барьеры, их типы и особенности. Осадочный цикл, его основные черты. Циклы главных биогенных элементов (водорода, углерода, серы, азота). Биогеохимические процессы и барьеры; типы биогеохимических барьеров. Подходы к моделированию биогеохимических процессов. Влияние цивилизации на биогеохимические циклы.

### **4. Живое вещество в биосфере**

Жизнь как процесс трансформации вещества и энергии. Классификация экосистем по источникам энергии. Распределение живого вещества; таксономическая, энергетическая и трофическая структуры биосферы. Биомасса и мортмасса в биосферных процессах. Различия сухопутной и морской частей биосферы. Потоки вещества и энергии в современной биосфере. Продукция и потребление в море и на суше. Экологические ниши, "лицензии" и адаптивные зоны. Особенности конкуренции в различных ландшафтных зонах. Структура экосистем. Роль почвы в биосферных процессах. Взаимодействие эукариотных и прокариотных организмов в экосистемах. Сложные прокариотные экосистемы (строматолиты, цианобактериальные маты).

### **5. Ранние этапы эволюции Земли и теории происхождения жизни**

Гипотезы происхождения Земли. Возраст Земли, способы его установления. Исходные физико-химические условия на поверхности планеты и ранние этапы ее химической эволюции. Возникновение океана. Эволюция состава атмосферы на ранних этапах развития Земли. Проблема соотношения возраста Земли и древности жизни. Следы органических веществ во Вселенной и концепция пангенезиса. Концепции самозарождения жизни. Экспериментальные свидетельства самоорганизации сложных химических систем. Коацерваты и микросферы. Роль абиотических факторов в эволюции протобиологических систем. Проблемы биохимической эволюции и возникновения жизни. Возможные пути и движущие силы ранних этапов биохимической эволюции. Первые живые организмы.

### **6. Возникновение и ранние этапы эволюции биосферы.**

Становление первичных экосистем. Первичный бульон и зобионты. Характер взаимодействия организмов на ранних этапах эволюции жизни. Эволюция ферментных систем и отбор. Гетеротрофный этап эволюции биосферы. Структура и функции гетеротрофных экосистем. Аналоги гетеротрофных экосистем прошлого в современной биосфере. Возможные компоненты архейских экосистем. Изменение окружающей среды протобионтами и первый глобальный экологический кризис. Возникновение хемосинтеза. Автотрофный этап эволюции биосферы.

Особенности хемоавтотрофных организмов, сравнение с фотоавтотрофами. Автотрофные экосистемы: принципы организации и следы их существования в прошлом. Современные представители хемоавтотрофных экосистем.

### **7. Появление фотоавтотрофных экосистем. Оксифильные экосистемы протерозоя**

Переход от хемосинтеза к фотосинтезу и его возможные причины. Разнообразие фотоавтотрофии у современных организмов. Фотоавтотрофные экосистемы: структура и функционирование. Изменение окислительного потенциала биосферы при массовом распространении фотоавтотрофии; возникновение кислородной атмосферы и ее последствия для эволюции жизни. Второй глобальный экологический кризис. Ископаемые остатки фотоавтотрофов. Строматолиты, их среда обитания и роль в эволюции биосферы. Онколиты.

Адаптации организмов к жизни в кислородной атмосфере. Возникновение дыхания и его значение для эволюции биосферы. Появление эукариотических организмов и их значение для эволюции экосистем. Основные события в эволюции протерозойской биосферы. Акритархи, их место в экосистемах протерозоя и значение для биосферы. Эволюция протерозойских экосистем и рост биоразнообразия по данным палеонтологии. Биогенные месторождения полезных ископаемых и условия их возникновения.

### **8. Фанерозойский рубеж биосферной эволюции.**

Криптозой и фанерозой. Изменения морской биоты в конце протерозоя. Биоценозы венда. Эдиакарские фауны и эволюция многоклеточности. Концепция метастабильного климатического равновесия; криозэры и термоэры. Оледенения позднего докембрия и их возможное влияние на эволюцию биосферы. Появление скелетных фаун и нижнекембрийская биосферная революция. Роль пеллетного транспорта и роющих бентофагов в преобразовании морских экосистем. Когерентные и некогерентные фазы биосферной эволюции. Взрывной характер эволюции таксонов и морфофункциональный дисбаланс при некогерентной эволюции, их возможные причины и проявления.

### **9. Развитие жизни в палеозое.**

Биоценозы и палеобиогеография раннего палеозоя. Трофические цепи в раннепалеозойских океанах, основные группы продуцентов и консументов. Возрастание сложности кембрийских экосистем и локальные вымирания. Эволюция органического мира в ордовике и силуре. Свидетельства существования жизни на суше в раннем палеозое. Смена крио- и термоэры в палеозое; влияние оледенений и потеплений на развитие палеозойской биоты. Эволюция морской биоты в позднем палеозое. Появление сосудистых растений и их выход на сушу. Экосистемы девона. Появление лесов. Первые наземные животные. Концепция фитоспредиинга и "тропическая помпа". Биосфера Земли в карбоновом периоде. Становление основных групп животных и растений на суше, их коэволюция. Последствия глобального углекислотного накопления и оледенения. Развитие зональности на суше. Биоценозы перми, возникновение пангеи, становление мезофиты. Позднепермский экологический кризис и глобальное вымирание.

### **10. Мезозойский этап эволюции биосферы.**

Преодоление позднепермского экологического кризиса и биоценозы триаса. Последствия глобального вымирания в океане и смены флористических комплексов суши. Появление глубоких океанов и смена океанической циркуляции. Особенности атмосферной циркуляции мезозоя и их влияние на формирование природных зон. Животный и растительный мир юрского периода. Возникновение энтомофилии у растений. Кайнофит и экологические перестройки в мезозое. Меловой экологический кризис и вымирание в конце мелового периода.

### **11. Эволюция биосферы в кайнозое.**

Последствия мелового экологического кризиса. Развитие и смена фаунистических и флористических комплексов на суше и в континентальных водоемах палеогена. Похолодание и аридизация неогена и их влияние на развитие биосферы. Плейстоценовый этап биосферной эволюции. Оледенение и его воздействие на экосистемы суши. Возникновение человека и его влияние на биосферу. Воздействие ранних форм хозяйственной деятельности на биоценозы. Преобразование природной среды человеком на современном этапе. Угрозы существованию биосферы со стороны современной цивилизации. Ноосфера, ее предполагаемые черты в работах В.И. Вернадского и его последователей. Возможные пути дальнейшей эволюции биосферы и человечества.

## **Литература**

### *Основная*

Ерёмченко О.З. Учение о биосфере. М., Академия, 2006.  
Еськов К.Ю. История Земли и жизни на ней. М., Мир, 2000.

### *Дополнительная*

Брода Э. Эволюция биоэнергетических процессов. М., Мир, 1978.  
Друщиц В. В. Палеонтология беспозвоночных. М.: Изд. МГУ, 1962.  
Жерихин В. В. Развитие и смена меловых и кайнозойских фаунистических комплексов. М.: Наука, 1978.  
Заварзин Г. А. Бактерии и состав атмосферы Земли. М.: Наука, 1984.  
Историческое развитие класса насекомых. М.: Наука, 1980.  
Красилов В. А. Нерешенные вопросы теории эволюции. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986.

- Красилов В. А. Происхождение и ранняя эволюция цветковых Растений. М.: Наука, 1994.
- Красилов В. А. Эволюция и биостратиграфия. М.: Наука, 1977.
- Крылов И. Н. На заре жизни. М.: Наука, 1972.
- Мейен С. В. Из истории растительных династий. М.: Мысль, 1971.
- Мейен С. В. Основы палеоботаники. М.: Недра, 1986.
- Мейен С. В. Следы трав индейских. М.: Мысль, 1981.
- Монин А. С., Шишков Ю. А. История климата. Л.: Гидрометеиздат, 1979.
- Рич П.В., Рич Т.Х., Фентон М.А. Каменная книга. Летопись доисторической жизни. М., Наука, 1997.
- Розанов А. Ю. Что произошло 600 миллионов лет назад. М.:Наука, 1986.
- Татаринов Л. П. Очерки по теории эволюции. М.: Наука, 1987.
- Эйдельман Н. Ищу предка. М.: Эврика, 1976.

Составитель: кандидат биологических наук, доцент

Иванов В.Д.