От глобального потепления до утрат биоразнообразия: крупномасштабные изменения, кризисы и катастрофы в современной и прошлой биосфере

From global warming to biodiversity losses: large-scale changes, crises and catastrophes in the modern and the past biosphere

Авторы:

Замолодчиков Дмитрий Геннадьевич, МГУ имени М.В. Ломоносова, биологический ф-т, заведующий кафедрой, кафедра общей экологии

Полищук Леонард Владимирович, МГУ имени М.В. Ломоносова, биологический ф-т, профессор, кафедра общей экологии

Аннотация

Современную эпоху нередко называют антропоценом – новейшим отрезком в истории Земли, для которого характерно мощное и все возрастающее воздействие человека на природу. Это воздействие проявляется в разнообразных формах, от разрушения конкретных местообитаний, вызванного распашкой степей в умеренных широтах и уничтожением лесов в тропиках, до глобального загрязнения окружающей среды и от истребления конкретных биологических видов, связанного с чрезмерным промыслом и прямым браконьерством, до антропогенного изменения климата, оказывающего влияние на всю биосферу. Все вместе это фундаментальным образом изменяет условия существования животных и растений. Итогом этих глобальных изменений является такое состояние современной биосферы, которое называют кризисом биоразнообразия. Поэтому первой задачей курса является общий очерк антропогенных воздействий, испытываемых современными экосистемами, и достаточно подробная характеристика процессов, протекающих в биосфере, от циклов основных биогенных элементов и глобального изменения продуктивности экосистем до статистики современного вымирания (доли находящихся под угрозой видов в разных группах животных и растений) и его причин.

Не следует, однако, обвинять человека во всех экологических бедствиях и катастрофах. На протяжении миллиардов лет существования биосферы встречались климатические катастрофы и кризисы биоразнообразия, вызванные естественными причинами. Эти причины могли быть внутренними, «земными», как, к примеру, у «кислородной катастрофы», случившейся два с половиной миллиарда лет назад, или грандиозного пермско-триасового вымирания, стершего с лица планеты более 70% видов животных. А могли быть и внешними, как при падении гигантского метеорита во время мел-палеогенового вымирания. Поэтому второй задачей курса является дать представление о глобальных кризисах и катастрофах, которые имели место в биосфере прошлых геологических периодов.

Наконец, третья задача курса – сравнить экологические кризисы, имевшие место в прошлом, с современным кризисом биоразнообразия и тем самым поставить наблюдаемые сейчас изменения в контекст истории биосферы Земли. Следует подчеркнуть, что авторы данного курса равно далеки как от научно несостоятельного алармизма, так и от экологической безответственности («экологического скептицизма»), когда реальные факты ухудшения состояния окружающей среды и истребления видов человеком игнорируются или считаются малозначащими. Попытка выработать научно обоснованное представление о современном состоянии биоразнообразия в условиях мощного антропогенного пресса является основной целью предлагаемого курса.

11. Программа курса, включающая темы всех лекций курса

Лекция 1. Глобальные изменения, кризисы и катастрофы в геологическом прошлом и в настоящее время (общий обзор). Современная экология (общий обзор). Антропоцен – современная эпоха, для которой характерно мощное и все возрастающее воздействие человека на природу. Концепция биоразнообразия. Биоразнообразие на разных уровнях организации жизни, или разнообразие биоразнообразия.

Лекция 2. География биоразнообразия. Распределение биоразнообразия по поверхности Земли и области повышенного биоразнообразия («очаги биоразнообразия»). Двадцать пять очагов биоразнообразия, в которых животные и растения испытывают мощное воздействие со стороны человека.

Лекция 3. Видовое богатство Земли. Сколько видов животных и растений обитает на Земле? Измерение биоразнообразия (индексы видового разнообразия). Видовое богатство в разных группах животных и растений. Механизмы поддержания биоразнообразия, или почему видов так много?

Лекция 4. Красная книга – источник данных о современном вымирании. Статистика современного вымирания (доля видов, находящихся под угрозой вымирания, в разных группах животных и растений). Скорость вымирания видов в прошлом и в настоящее время. Оптимистические и пессимистические сценарии вымирания видов в 21 веке.

Лекция 5. Внешние (в современную эпоху в основном антропогенные) и внутренние (биологические) факторы вымирания. Классификация биологических факторов вымирания. Экологические и генетические свойства видов как факторы, повышающие риск вымирания в условиях антропогенного пресса.

Лекция 6. Глобальная устойчивость биосферы. Устойчивые и неустойчивые состояния, критические переходы и «точки слома», или точки бифуркации (tipping points). Признаки приближения к «точке слома». Возрастающее воздействие человека на биосферу как причина приближения к «точке слома» и возможные пути ослабления этого воздействия с целью предотвращения или ослабления кризиса биоразнообразия.

Лекция 7. Глобальный цикл углерода, недавнее прошлое и современность. Парниковый эффект, связь с климатическими изменениями. Глобальное потепление климата, мифы и реальность. Успехи и провалы действий по сохранению глобального климата.

Лекция 8. Глобальный цикл кислорода, проблема «озоновых дыр» и пути ее решения. Глобальные циклы азота и фосфора, их изменения под воздействием человека. Какой из глобальных биогеохимических циклов нарушен в наибольшей степени и чем это грозит биосфере.

Лекция 9. Глобальное распределение биомов суши, роль климатических и географических факторов. Изменение распространения биомов в последнем ледниковом цикле. Какие биомы нарушены человеком в наибольшей степени.

Лекция 10. Биосферный гидрологический цикл, прямые и косвенные антропогенные воздействия на гидрологический цикл, региональные гидрологические катастрофы. Водно-болотные угодья, их антропогенная деградация и меры по сохранению. Глобальные последствия эксплуатации биологических ресурсов и загрязнения Мирового океана.

Лекция 11. Эволюция биосферы, взаимосвязь изменений биогеохимических циклов и биологической эволюции, катастрофы в развитии биосферы, их внешние и внутренние причины.

Лекция 12. Изменения характера отношений между человеком и биосферой с момента его появления. Комплексная характеристика современного воздействия человека на биосферу, концепция экологического следа. Возможно ли устойчивое развитие цивилизации в биосфере?

12. Вопросы к зачету по курсу

1. Экология как наука (общее представление о структуре, содержании и задачах экологии). Почему неправильно, с точки зрения экологии как науки, говорить о «плохой экологии», «хорошей экологии», «экологии нашего двора»?

2. Концепция биоразнообразия. Биоразнообразие на разных уровнях организации жизни (выше организменного уровня).

3. Распределение биоразнообразия по поверхности Земли. Области повышенного биоразнообразия («очаги биоразнообразия»). Коралловые рифы и другие экосистемы с исключительно высоким уровнем видового богатства.

4. Видовое богатство Земли. Оценки общего числа видов, существующих на Земле. Индексы видового разнообразия.

5. Почему видов так много? Понятие об экологической нише и других механизмах поддержания разнообразия.

6. Красная книга как источник данных о современном вымирании. Структура Красной книги (уровни угрозы вымирания). Примеры видов, вымерших в недавнем прошлом. В каких современных группах животных и растений доля видов, находящихся под угрозой вымирания, - наибольшая.

7. Оценки фоновой («нормальной») и современной скорости вымирания.

8. Факторы (причины) вымирания животных и растений в прошлом и в современную эпоху. Классификация факторов вымирания. Внешние (средовые в прошлом, антропогенные сейчас) и внутренние (биологические) факторы вымирания.

9. Экологические и генетические свойства видов как факторы, повышающие риск вымирания в условиях антропогенного пресса.

10. Снижение генетического разнообразия и накопление слабовредных мутаций как возможные генетические причины вымирания.

11. Современные представления об устойчивости «больших систем» и, в частности, биосферы Земли. Массовые вымирания в прошлом как примеры потери устойчивости биосферы.

12. Возможные признаки (инструменты прогноза) потери устойчивости биосферы и глобального кризиса биоразнообразия. Возрастающее воздействие человека на биосферу как причина приближения к «точке слома» и возможные пути ослабления этого воздействия с целью предотвращения или ослабления кризиса биоразнообразия.

13. Резервуары углерода в биосфере: CO2 атмосферы и океана, биомасса, органическое вещество почвы. Углеродные потоки, связывающие между собой биосферные пулы.

14. Формирование антропогенных потоков углерода, изменения величин биосферных резервуаров углерода. Степень современной нарушенности биосферного цикла углерода в сравнении с доиндустриальным состоянием.

15. Свойства углекислого газа, приводящие к парниковому эффекту. Прочие парниковые газы (водяной пар, метан). Механизм парникового эффекта, его роль в формировании климатов прошлого и современности. Гипотеза «метановой катастрофы».

16. Рост глобальной температуры с начала XX века, вклад антропогенных и естественных факторов. Альтернативные представления о причинах современного глобального потепления.

17. Чем грозит глобальное потепление миру? Россия – самая холодная страна, может, для нас потепление – это благо?

18. Ограничение эмиссий парниковых газов как основа Конвенции ООН об изменения климата. Крах Киотского протокола. Современные проблемы международных соглашений, направленных на сохранение глобального климата.

19. Глобальный цикл кислорода, основные пулы и потоки. Происхождение свободного кислорода атмосферы. Антропогенные нарушения глобального цикла кислорода.

20. Озоновый слой как фильтр ультрафиолетового излучения Солнца. Антропогенная деградация озонового слоя, меры по его сохранению. Современное восстановление озонового слоя.

21. Глобальный цикл азота, основные пулы и потоки. Антропогенная активизация связывания газообразного азота. Проблема эвтрофикации континентальных и прибрежных морских вод.

22. Глобальный цикл фосфора, основные пулы и потоки. Антропогенная активизация миграций фосфора. Увеличение пулов подвижного фосфора. Проблема потенциального исчерпания запасов фосфора в наземной части биосферы.

23. Сравнительный анализ степени антропогенной нарушенности циклов углерода, кислорода, азота и фосфора. Нарушение какого из циклов грозит наиболее неприятными последствиями для человека и для других живых существ биосферы.

24. Основные этапы развития биосферы. Взаимосвязь биологической эволюции и изменений газового состава атмосферы.

25. Катастрофы в развитии биосферы, их внутренние (земные) и внешние (космические) причины.

26. Основные биомы суши (тундра, тайга, умеренные леса, степи, пустыни, саванны, тропические леса). Климатические и географические факторы, формирующие современное пространственное распределение биомов.

27. Циклы ледниковых периодов и межледниковий за ближайший миллион лет. Изменения пространственного распределения биомов на территории Евразии за ближайшие 20 тысяч лет.

28. Антропогенные преобразования земного покрова. Какой из биомов Суши изменен человеком в наибольшей степени?

29. Круговорот воды в биосфере. Прямые и косвенные антропогенные воздействия на компоненты биосферного круговорот воды. Примеры региональных экологических катастроф, связанных с антропогенной модификацией водных потоков.

30. Специфические черты экосистем водно-болотных угодий. Антропогенная деградация водно-болотных угодий и меры по их охране.

31. Антропогенное воздействие на экосистему мирового океана. Нефтяное загрязнение, острова плавучего мусора. Экосистемные последствия истощительной эксплуатации морских биоресурсов.

32. Реконструкция изменений численности человечества со времени его появления на планете. Преодоление экологических ограничений для человека как биологического вида по мере развития цивилизации. Какой была бы численность человечества, если бы оно оставалось на «своем трофическом уровне»?

33. Концепция экологического следа. Компоненты, используемые при количественной оценке экологического следа. Экологический след различных стран.

34. Концепция устойчивого развития. Как повысить устойчивость современного существования человечества в биосфере?

Заведующий кафедрой общей экологии

Замолодчиков Д.Г.