

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
канд. филос. наук,
М.В. Румянцев

ПРОГРАММА
Кандидатского экзамена

03.02.08 Экология (по отраслям)

Красноярск – 2017

Настоящая программа составлена в соответствии с программой - минимум к кандидатскому экзамену по специальности научных работников 03.02.08 – Экология (биологические науки), утвержденной приказом Минобрнауки РФ от 08.10.2007 № 274; с формулой специальности 03.02.08 – Экология (по отраслям).

Программа разработана:

Тарасовой О.В., д.с.-х.н., профессором кафедры экологии и природопользования ИЭиГ СФУ;

Безкоровайной И.В., д.б.н., профессором кафедры экологии и природопользования ИЭиГ СФУ.

1. Объект, предмет, задачи и методы современной экологии. Краткая история формирования науки экология

История развития науки экологии. Введение термина «экология» (Э.Геккель). Корни экологии: биогеография (А.Гумбольдт как биогеограф), физиология, демография (первые модели роста популяций: Т.Мальтус, П. - Ф. Ферхюльст), теория естественного отбора Ч.Дарвина. Изучение экологических явлений в рамках ботаники и зоологии. Начало оформления экологии в самостоятельную науку на рубеже 19-20-х веков. Организм и сообщество как объекты экологии, дифференциация на аутэкологию и синэкологию. Возникновение экспериментальной экологии, Г.Ф.Гаузе. Период интенсивного становления экологии 1920-1940-е гг. XX века. Популяционный подход в экологии. Ч.Элтон. Математические модели межпопуляционных взаимодействий (В. Вольтерра, А. Лотка). Введение понятий «экосистема» (А.Тенсли) и «биогеоценоз» (В.Н.Сукачев). Изучение энергетических аспектов экологии и продуктивности сообществ. Глобальный уровень: В.И.Вернадский и учение о биосфере. Роль почвоведения в развитии общей экологии: В.В.Докучаев.

Современный период в экологии. Методы экологических исследований. Развитие количественных подходов в экологии. Структура экологии. Значение экологии в наши дни. Международные экологические программы. «Экологизация» естественных наук. Место экологии в системе наук. Экология как одна из фундаментальных биологических дисциплин и как часть современного мировоззрения.

2. Организм в окружающей среде. Важнейшие экологические факторы и адаптации к ним организмов

Понятия «среда», «условия существования», «экологический фактор». Основные среды жизни: наземно-воздушная, водная, почвенная, тела живых организмов. Наземно-воздушная среда: основные физико-химические характеристики, их суточные, сезонные, многолетние и зональные изменения.

Водная среда, основные физико-химические характеристики и специфические свойства для обитателей.

Почвенная среда и специфические свойства для обитателей. Значение живых организмов в почвообразовании.

Тела организмов как среда обитания для других организмов – паразитов, полупаразитов. Своеобразие условий внутренней среды хозяина.

Определение экологического фактора. Характеристика важнейших экологических факторов: климатические (свет, температура, влага, ветер, воздух, давление, течения, долгота дня и др.), почвенные (эдафические - механический состав почвы, ее проницаемость, влагоемкость, содержание элементов питания), химические (газовый состав, соленость воды и др.),

топографические и др. Экологические группы организмов по отношению к абиотическим факторам. Классификация А.С. Мончадского. Биотические факторы.

Общие закономерности влияния экологических факторов на организм. Пределы толерантности, зоны оптимума, пессимума. Концепция лимитирующих факторов, закон минимума Ю.Либиха (1840), Ф. Блэкмана (1909). Законы влияния экологических факторов на живые организмы: В. Шелфорда (1913), В.Вильямса (1949), Э.Рюбеля (1930). Стено- и эврибионтные виды. Использование стенобионтных видов в качестве индикаторов состояния окружающей среды.

Адаптации организмов к воздействию экологических факторов. Правило Д.Аллена (1877), правило К.Бергмана (1847), правило Поверхностей (Ш. Рише (1899) и М. Рубнер 1902). Основные адаптации организмов к существованию в различных средах. Жизненные формы организмов.

3. Экология популяций

Определение понятий биологический вид и популяция. Правило объединения в популяции С.С.Четверикова (1903г.). Генетическая неоднородность популяции. Определение популяции в генетике и экологии. Популяция как элементарная единица процессов микроэволюции и адаптации к меняющимся условиям среды. Различные подходы к выделению популяций.

Биологические и групповые свойства популяций. Эмерджентные характеристики популяционного уровня организации. Численность и плотность, оценка плотности популяции с помощью различных методов. Рождаемость, смертность, выживаемость. Кривые выживания. Структура популяции: возрастная, половая, генетическая, экологическая. Три экологических возраста: пререпродуктивный, репродуктивный, пострепродуктивный. Факторы, определяющие соотношение продолжительности этих периодов. Характер пространственного распределения особей: равномерное, случайное, групповое. Популяционный ареал. Категории понятий: «территория», «участок обитания» и «территориальное поведение». Территориальность и регуляция численности популяции.

Популяция как биологическая система, общие свойства. Главная функция популяций. Изоляция популяции. Формы изоляций. Радиус репродуктивной активности. Принцип минимального размера популяций.

Основные динамические характеристики популяции: скорость роста численности, рождаемости, смертности, миграции.

Понятие емкости среды обитания. Соотношение между биотическим потенциалом и сопротивлением среды. Основное уравнение динамики численности популяции. Рост популяций и кривые роста. Анализ закона экспоненциального роста численности и модели логистического роста численности популяций.

Колебания численности популяций в природе и механизмы регуляции численности. Классификация типов динамики численности. Популяционные циклы. Правило максимальной рождаемости (воспроизводства). Правило колебаний (цикличности) численности. Теория лимитов популяционной численности (теория Х.Андреарты - Л.Бирча (1954)). Теория биоценотической регуляции численности популяций К.Фридерикса (1927). Синтетическая теория динамики численности. Метод анализа динамики численности популяции на фазовой плоскости (метод А.Исаева - Р.Хлебопроста (1974)). Модифицирующие и регулирующие факторы. Коэффициент размножения. Фазовый портрет популяции фитофага. Траектория вспышки массового размножения на фазовом портрете. Вспышка массового размножения: качественные и количественные показатели популяций во время вспышек, типы вспышек. Регуляция численности популяций в экосистемах. Проблемы динамики численности популяций. Минимальная жизнеспособная популяция. Проблема охраны редких и исчезающих видов. Ограничение численности видов-вредителей.

4. Взаимодействия популяций

Внутривидовые и межвидовые взаимодействия: нейтрализм, конкуренция, хищничество, паразитизм, протокооперация, мутуализм, комменсализм, аменсализм.

Конкуренция. Прямая (интерференционная) и косвенная (эксплуатационная). Внутривидовая конкуренция, общие черты: условие возникновения, конечный результат конкуренции (вклад в следующее поколение), зависимость результатов конкуренции от плотности популяции. Влияние внутривидовой конкуренции на особей. Групповой эффект. Массовый эффект. Принцип скопления (агрегации) особей В.Олли (1931). Правило стрессогенного увеличения надпочечников у высших позвоночных животных (Я. Кристиан, 1963). Особенности внутривидовой конкуренции у растений и животных. Саморегуляция популяций. Внутривидовая конкуренция и динамика численности популяции.

Межвидовая конкуренция: условия возникновения, последствия, приспособления для снятия у видов, типы конкуренции. Лабораторные опыты по изучению конкуренции. Принцип Г.Ф. Гаузе (1934). Математическое моделирование конкуренции: уравнения Лотки-Вольтерра. "Планктонный парадокс" Дж. Хатчинсона. Существование конкурирующих видов без заметного разделения ниш.

Концепция экологической ниши

Понятие экологической ниши в трактовках Дж.Гринелла, Ч.Элтона и Дж. Хатчинсона. Потенциальная экологическая ниша как гиперобъем. Мерность и ширина ниш у эври-бионтных и стенобионтных видов. Реализованная экологическая ниша. Перекрывание ниш, межвидовая конкуренция и видовое разнообразие. Гильдии как совокупности функционально сходных видов. Эволюция ниш.

Растительность или взаимодействия между растениями и фитофагами. Способы защиты растений от поедания. Химическая защита растений. Аллелохимические вещества.

Хищничество и паразитизм. Основные свойства хищничества. Козволюция хищника и жертвы. Влияние хищников на отдельные особи жертв. Влияние хищников на популяции жертв. Ответные реакции хищников (функциональные ответы): скорость потребления и плотность корма. Модель динамики численности хищника и жертвы А.Лотки - В.Вольтерра. Механизмы стабилизации численности в системе "хищник-жертва". Эффекты саморегуляции. Агрегация и частичные убежища в пространстве. Пятнистость и время: "игра в прятки". Воздействие человека на популяции организмов. Модели промысла: фиксированные квоты вылова особей в популяции.

5. Сообщества и экосистемы

Формирование представлений об экосистеме. Биоценозы (сообщества), Мебиус (1877). Биогеоценоз (В.Н.Сукачев, 1942). Экосистема (А. Дж.Тенсли, 1935). Соотношение понятий «экосистема» и «биогеоценоз».

Концепция экосистемы. Эмерджентные свойства экосистемного уровня организации жизни. Иерархическая соподчиненность элементов в системе.

Состав экосистемы: абиотическая среда, продуценты, консументы, редуценты. Видовая, трофическая, пространственная структуры экосистем. Принцип разнообразия условий биотопа Тинемана (1939). Видовой состав и видовая структура сообщества. Доминанты и эдификаторы. Ключевые виды. Видовое богатство и выравненность. Количественная оценка разнообразия, показатели разнообразия. Пространственная структура сообщества. Ярусность, мозаичность. Экотон. Проблема границ между экосистемами. Дискретность и континуум сообществ. Почва как важнейший компонент наземной экосистемы.

Энергия в экосистеме. Источники энергии в экосистеме. Потоки вещества и энергии: пищевые цепи, пищевые сети, трофические уровни. Типы трофических цепей. Экологические пирамиды: численности, биомассы и энергии. Правило пирамиды чисел Ч. Элтона (1927). Экологическая эффективность превращений энергии. Правило Р. Линдемана. Аккумуляция загрязнителей в пищевых цепях, коэффициенты накопления. Почвенные организмы как основные деструкторы в экосистеме.

Продуктивность. Первичная и вторичная продукция. Валовая и чистая первичная продукция. Первичная продукция в наземных экосистемах разного типа.

Экосистема как функциональная и структурная единица биосферы.

Основные типы экосистем и их особенности: водные экосистемы (океанические экосистемы и континентальные водоемы), наземные экосистемы. Биомы. Основные типы биомов и их важнейшие характеристики. Распределение биомов в зависимости от климатических условий. Характеристика основных биомов Красноярского края. Агроэкосистемы.

Сравнительная характеристика природных и сельскохозяйственных экосистем. Городские экосистемы.

Динамика экосистем. Понятие, параметры и классификации сукцессий. Аллогенные и автогенные, первичные и вторичные сукцессии. Изменения основных характеристик экосистем в ходе сукцессии. Пионерные сообщества. Концепция климакса. Теории сукцессий: холистическая, индивидуалистическая, регенерационная.

Устойчивость популяций, сообществ и экосистем. Сложность и устойчивость сообществ. Гипотезы Ч. Элтона (1958), Р.Мак-Артура (1955), Р.Мея (1981). Резистентная и упругая устойчивость экосистем.

6. Биосфера

Биосфера как глобальная экосистема. Границы биосферы. Общие закономерности организации биосферы. Учение В.И. Вернадского о биосфере. Геохимическая роль живого вещества, как биотической компоненты биосферы. Деятельность человека и эволюция биосферы. Ноосфера. Закон ноосферы В.И.Вернадского. Признаки, характерные для ноосферы.

Биогеохимические круговороты в биосфере. Типы биогеохимических круговоротов. Круговорот воды. Распределение воды в биосфере. Атмосферная влага. Составляющие круговорота воды: испарение, осадки, инфильтрация, испарение и транспирация, сток. Рост потребления воды на душу населения. Проблема нехватки воды.

Круговорот элементов преимущественно в газообразной фазе (на примере кислорода). Биогенное происхождение кислорода на планете. Процесс продуцирования и выделение кислорода во время фотосинтеза. Формирование в атмосфере озонного экрана и опасность его разрушения. Роль кислорода в циклах других биогенных элементов

Круговорот элементов преимущественно в осадочной фазе (на примере фосфора). Особенности круговорота фосфора на планете. Сток фосфора с суши в море. Нарушения круговорота фосфора. Евтрофирование водоемов.

Биогеохимические круговороты в биосфере. Круговорот углерода. Содержание углерода в разных формах в литосфере, атмосфере, гидросфере и биоте. Содержание диоксида углерода в атмосфере: сезонные и широтные изменения концентрации в атмосфере. Многолетние колебания диоксида углерода в атмосфере и их связь с глобальными изменениями климата. Углеводный и карбонатный типы геологического круговорота углерода. Эволюция биосферы и содержание диоксида углерода в атмосфере. Значение CO_2 для биосферы. Наземный и морской циклы круговорота углерода. Растения и круговорот углерода. Пути круговорота углерода в водных экосистемах.

Потоки углерода в лесных экосистемах. Лес и структура, состояние лесного фонда РФ. Углеродный баланс. Потоки углерода в лесных экосистемах. Депо углерода. Динамика углеродных потоков в зависимости от зонального типа лесной растительности. Экологические последствия сведения лесов. Эмиссия двуокиси углерода и метана как часть глобального круговорота углерода. Эмиссия углерода от лесных пожаров.

Круговорот азота. Азотфиксация на суше и в океане. Роль различных групп микроорганизмов в трансформации соединений азота. Особая роль азотфиксирующих симбионтов высших растений. Нитрификация и денитрификация. Значение азота как ресурса, лимитирующего первичную продукцию в экосистемах.

7. Человек и биосфера

Антропогенные воздействия на биосферу. Специфика действия антропогенных факторов на организмы. Экологические проблемы и кризисы в истории человечества. Современный экологический кризис, его особенности и проявления: направленное изменение концентрации химических веществ, нарушение сбалансированного круговорота биогенов в окружающей среде, разрушение экосистем, изменение интенсивности влагооборота на суше. Снижение естественного плодородия почв и их химическое загрязнение. Сокращение площади лесов, деградация естественных экосистем, снижение биологического разнообразия.

Проблемы исчерпания запасов органического топлива и пути ее преодоления. Аль-тернативные источники энергии и их воздействие на окружающую среду. Экологические проблемы ядерной энергетики.

Мировой социальный кризис, его признаки: бедность, голод, рост числа заболеваний, неграмотность, обострение борьбы за земельные и водные ресурсы. Рост социальной напряженности. Рост уровня урбанизации. Экологические проблемы роста народонаселения и урбанизации. Пути повышения продуктивности сельского хозяйства и решения проблемы мирового голода.

Конфликт между традиционным и современным природопользованием. Всемирная конференция ООН по окружающей среде в 1972 г. в Стокгольме. Конференция ООН по окружающей среде и развитию 1992 г. в Рио-де-Жанейро. Конференция ООН по устойчивому развитию 2002 г. в ЮАР. Концепция устойчивого развития. Причины и необходимость кардинального изменения парадигмы развития цивилизации: социальные, ресурсные, демографические, экологические. Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию.

Вопросы к кандидатскому экзамену для аспирантов
Профиль подготовки 03.02.08 Экология (биологические науки):

1. Экология как наука. История экологии. Объект, предмет науки экологии. Значение экологии в наши дни. Место экологии среди других наук.
2. Учение об экологических факторах. Характеристика важнейших экологических факторов на суше.
3. Ответные реакции организмов на воздействие экологического фактора. Пределы толерантности, оптимальная и стрессовые зоны.
4. Классификация экологических факторов А.С.Мончадского, основанная на степени совершенства адаптаций организмов.
5. Экологические факторы и адаптации организмов к ним.
6. Методы экологических исследований. Связь объектов изучаемых экологией со структурными уровнями организации живой материи.
7. Основные законы и правила экологии, касающиеся организации («устройства») и функционирования экосистем.
8. Понятие биосферы. Структура и границы биосферы, эволюция биосферы.
9. Учение В.И.Вернадского о биосфере. Основные типы вещества по Вернадскому. Закон биогеохимической миграции атомов.
10. Экспоненциальный закон роста численности популяции. Математические особенности.
11. Популяция как элемент экосистемы. Функции и структура популяции.
12. Статистические характеристики популяции. Пространственная структура популяции.
13. Динамика роста численности популяции. «Кривые» роста популяции (графическое изображение) и их математические формулы.
14. К- и r- стратегии. Связь стратегий с местообитанием.
15. Регуляция численности (плотности) популяции в экосистеме.
16. Понятие экологического фактора. Закономерности действия факторов (оптимум, пессимумы).
17. Экологическая толерантность (валентность). Эврибионты и стенобионты. Закон Либиха. Законы Шелфорда и Блекмана.
18. Классификация экологических факторов. Лимитирующие факторы.
19. Абиотические факторы.
20. Биотические факторы. Типы биотических связей.
21. Конкуренция и закон ограниченности ресурсов.
22. Отношения «хищник-жертва» и «паразит-хозяин». Уравнения Лотки и Вольтерры.
23. Экологическая ниша. Механизм образования экологических ниш. Принципы Гаузе.

24. Экосистема и биогеоценоз – сходства и различия.
25. Понятия «биоценоз», «биотоп».
26. Продуктивность экосистем (первичная, вторичная продукция).
27. Биоценозы. Видовое разнообразие.
28. Биоценозы. Пространственная организация (вертикальная и горизонтальная) биоценозов.
29. Явление «краевого эффекта». Экотоны.
30. Понятия сукцессии и климаксного состояния экосистем.
31. Первичные и вторичные сукцессии (примеры). Общие закономерности развития сукцессий.
32. Функциональная структура биоценозов. Разнообразие организмов по способам питания и получения энергии (привести примеры).
33. Трофические уровни в сообществах (подробно).
34. Пищевые цепи и сети. Пирамиды биомассы, чисел и энергии. Правило 10% (закон Линдемана). Законы экологических пирамид.
35. Потоки вещества и энергии в экосистемах. Энергетика экосистем.
36. Первый и второй законы термодинамики в экосистемах. Энтропия в экосистемах и ее «откачка».
37. Классификация систем по виду обмена веществом, энергией, информацией. Открытость экосистем. Принцип эволюции для экосистем.
38. Общая характеристика водных экосистем. Особенности водных экосистем.
39. Абиотические факторы водной среды (температура, плотность и вязкость, прозрачность и световой режим, соленость воды, содержание O_2 и CO_2 , pH водной среды, глубина).
40. Экологические группы гидробионтов.
41. Особенности почвы как среды обитания. Свойства почвы как экологического фактора (температура, влажность, структура, пористость и аэрация, химические свойства).
42. Экологические группы почвенных организмов (примеры), понятия. Систематизация почвенных обитателей по размерам и степени подвижности (примеры).
43. Биогеохимический круговорот веществ (КВ). Понятия биотического и геохимического круговоротов – их неразрывная связь.
44. Биогенные элементы. Макро- и микроэлементы.
45. Биосферный цикл углерода (понятия и схемы).
46. Биосферный цикл кислорода (понятия и схемы).
47. Биосферный цикл фосфора (понятия и схемы).

48. Биосферный цикл азота, роль азотофикаторов (понятия и схема круговорота).
49. Круговорот воды в природе.
50. Экологические кризисы продуцентов, кризисы консументов.
51. Глобальное загрязнение атмосферы: парниковый эффект, кислотные дожди. Загрязнение природных водоемов и почв сельскохозяйственными, промышленными и бытовыми отходами, тяжелыми металлами и др. загрязнителями.
52. Проблемы изменения климата, основные факторы и последствия.
53. Принципы охраны живой природы, как на видовом, так и экосистемном уровне, принципы создания искусственных экосистем.

Рекомендуемая литература:

Основная литература:

1. Брославский, Л. И. Экология и охрана окружающей среды: законы и реалии в США и России = Ecology and Environment Protection: Laws and Practices USA and Russia [Текст] : Монография / Л. И. Брославский.- Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2014. - 317 с. **Режим доступа:**<http://znanium.com/go.php?id=424030>
2. Николайкин, Н. И. Экология [Текст] : учебник / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. Н. Мелехова.- Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018. - 615 с. **Режим доступа:**<http://znanium.com/go.php?id=566393>
5. Потапов, А. Д. Экология [Текст] : Учебник / А. Д. Потапов.- Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 528 с. **Режим доступа:**<http://znanium.com/go.php?id=872295>
6. Прохоров, Б. Б. Общая экология человека [Текст] : Учебник / Б. Б. Прохоров, М. В. Черковец.- Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016. - 424 с. **Режим доступа:**<http://znanium.com/go.php?id=522979>
7. Пушкарь, В. С. Экология [Текст] : Учебник / В. С. Пушкарь, Л. В. Якименко.- Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 397 с. **Режим доступа:**<http://znanium.com/go.php?id=774283>
8. Разумов, В. А. Экология [Текст] : Учебное пособие / В. А. Разумов.- Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016. - 296 с. **Режим доступа:**<http://znanium.com/go.php?id=557074>
9. Тулякова, О. В. Биология с основами экологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Тулякова.- Москва : Директ-Медиа, 2014. - 689 с. **Режим доступа:**http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib_dc/direct_01.06.2020/i-698639458.pdf
10. Ягодин, Г. А. Устойчивое развитие: человек и биосфера [Текст] / Г. А. Ягодин, Е. Е. Пуртова.- Москва : Лаборатория знаний"" (ранее ""БИНОМ. Лаборатория знаний", 2015. - 109 с. **Режим доступа:**http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70747

Дополнительная литература:

1. Бигон, М. Экология. Особи, популяции и сообщества / М.Бигон, Дж.Харпер, К. Таунсенд. – М.: Мир, 1989. – т. 1. – 667 с.; т.2 – 477 с.
2. Гиляров, А.М. Популяционная экология / А.М.Гиляров. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 191с.
3. Гиляров, А.М. В поисках универсальных закономерностей организации сообществ: прогресс на пути нейтрализма //ЖОБ, 2010. – том 71, №5, С.386-401.

4. Гиляров, А.М. Современная экология под грузом естественной истории //ЖОБ, Том 74, №4, С.243-252.
5. Дажо, Р. Основы экологии /Р.Дажо. – М.: Прогресс, 1975. – 415 с.
6. Джиллер, П. Структура сообществ и экологическая ниша /П.Джиллер. – М.: Мир, 1988. – 184с.
7. Одум, Ю. Экология /Ю.Одум. - М.: Мир. 1986. – т.1. – 328 с.; т.2. – 376 с.
8. Вернадский, В.И. Биосфера /В.И.Вернадский. - М.: Мысль, 1967. – 423 с.
9. Миркин, Б.М. Современная наука о растительности: Учебник / Б.М.Миркин, Л.Г.Наумов, А.И.Соломещ. – М.: Логос, 2001. – 264с.
- 10.Никольский А.А. Великие идеи великих экологов: история ключевых концепций в экологии. – М.:ГЕОС, 2014. – 190с.
- 11.Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях /Ю.А.Песенко. – М.: Наука, 1982. – 287 с.
- 12.Программа и методика биогеоценологических исследований /В.Н.Сукачев и Н.В.Дылис. – М.:Наука, 1966. – 404с.
- 13.Розенберг, Г.С. Еще раз к вопросу о том, что такое «Экология»? //Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера», 2010,Т.2, №3, С.324-335.
- 14.Степановских, А.С. Экология [Текст] : учебник для студ. вузов : рекомендован Министерством образования РФ /А.С.Степановских.- М: Из-во ЮНИТИ, 2003. –751с., около 50 экземпляров.
- 15.Тишков, А.А. Биосферные функции природных экосистем России /А.А.Тишков. – М.: Наука, 2005. – 309с.
- 16.Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы /Р.Уиттекер. – М.: Прогресс, 1980. – 327 с.
- 17.Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных . – М.:Высш . школа, 1971. – 424 с. 17. <http://lib.mexmat.ru/books/117956>
- 18.Даннеман Фридрих. История естествознания. Естественные науки в их развитии и взаимодействии. От зачатков науки до эпохи возрождения / Ф. Даннеман = Die Naturwissenschaften in ihrer entwicklung und in irem zusammenhange / F. Dannemann: [пер. с нем.]. – 3-е изд. – Москва: URSS, 2012. – 432 с.
19. Даннеман Фридрих. История естествознания. Естественные науки в их развитии и взаимодействии. Расцвет современного естествознания до установления принципа сохранения энергии / Ф. Даннеман = Die Naturwissenschaften in ihrer entwicklung und in irem zusammenhange / F. Dannemann: [пер. с нем.]. – 3-е изд. – Москва: URSS, 2012. – 355 с.

Учебно-методические комплексы

[Экология \[Текст\] : \[учеб-метод. материалы к изучению дисциплины для ...19.03.04.01.01 Технология организации ресторанного дела, 19.03.04.02.01 Технология организации ресторанного дела, 43.03.03.01.01 Ресторанная деятельность, 43.03.03.02.01 Ресторанная деятельность\] / Г.Г Первышина. -](#)

Красноярск : СФУ, 2017

Режим доступа:

<https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=14047>

