



**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ.В.Л.КОМАРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

УТВЕРЖДЕНО

на заседании Ученого совета БИН РАН
протокол № 8 от «04» июня 2015

Директор БИН РАН,
д.б.н., проф.
В.Т.Ярмишко



**Рабочая программа дисциплины по выбору (Б1.В.ДВ.1.2)
«ЛИХЕНОЛОГИЯ»**

по направлению подготовки кадров высшей квалификации –
программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

06.06.01 «Биологические науки»
профиль 03.02.12 - «Микология»

Составитель рабочей программы:

Андреев Михаил Петрович, д.б.н., заведующий лаб. лишайники и бриологии БИН РАН;

Гимельбрант Дмитрий Евгеньевич, н.с. лаб. лишайники и бриологии БИН РАН.

ДИСЦИПЛИНА «Лишайники»

Профиль: 03.02.12 – «Микология»

Цикл дисциплин (по учебному плану): Б1.В.ДВ.1.2

Курс: 2 курс

Трудоёмкость в ЗЕТ - 3

Трудоёмкость в часах - 108

ПРЕДИСЛОВИЕ

Рабочая программа дисциплины «Лишайники» (Б1.В.ДВ.1.3.) разработана на основе паспорта научной специальности 03.02.12 – «Микология» и составлена на основании Федеральных государственных образовательных стандартов основных образовательных программ высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 06.06.01 Биологические науки, в соответствии с учебным планом подготовки аспирантов в БИН РАН и с Программой-минимум кандидатского экзамена по специальности 03.02.12 – «Микология».

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели изучения дисциплины «Лишайники»:

- приобретение аспирантами основополагающих знаний о современном разнообразии, систематике и таксономии лишайников в составе царства *Mycota* (грибы), особенностях их строения, развития, размножения и биохимии, а также об особенностях экологии, распространении и роли лишайников в экосистемах различных регионов Земли.

Задачи дисциплины:

- сформировать у обучающихся представление об истории развития и основных научных направлениях, и проблемах современной лишайники как в области изучения разнообразия, экологии и распространения, так и в области филогении, таксономии, морфологии, анатомии, физиологии и биохимии лишайников;
- сформировать у аспирантов представление о классических и наиболее современных методах решения исследовательских задач в области филогении, таксономии, морфологии, анатомии, физиологии и биохимии лишайников;
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний в процессе самостоятельной исследовательской деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

2.1. Учебная дисциплина «Лишайники» входит в вариативную часть ООП по направлению 06.06.01 Биологические науки, профиль 03.02.12 «Микология».

2.2. Для изучения данной дисциплины необходимы знания по ботанике, генетике, лишайники, микологии, статистическим методам в биологии и владение иностранным языком в объеме программы высшего профессионального образования.

2.3. Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при подготовке к кандидатскому экзамену по специальности, а также при подготовке и написании научно-квалификационной диссертационной работы по специальности 03.02.12 «Микология».

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Лишениология» направлено на формирование следующих компетенций в соответствии с ООП по направлению 06.06.01 Биологические науки, профили: 03.02.12 «Микология»

3.1. Универсальные компетенции:

-

3.2. Общепрофессиональные компетенции:

-

3.3. Профессиональные компетенции:

- готовность использовать полученные знания в области биологических наук, соответствующей избранному профилю обучения, для решения собственных исследовательских задач, включая постановку проблемы, формирование целей, выбора методов исследования и проведения анализа (ПК-2).

3.4. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

По окончании изучения дисциплины аспиранты должны знать:

— о современном разнообразии, систематике и таксономии лишайников в составе царства Мусота (грибы), особенностях их морфологии, внутреннего строения, биохимии, физиологии, развития и размножения, а также о специфике экологии, распространения и роли лишайников в экосистемах различных регионов Земли;

уметь:

— применять полученные знания при разработке и решении собственных исследовательских задач.

владеть:

— навыком использования освоенной терминологии в личной научно-исследовательской работе

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Приводимая ниже таблица показывает распределение бюджета учебного времени, отводимого на освоение основных разделов курса согласно учебному плану.

Форма обучения — очная, заочная, 2-й год аспирантуры; вид отчетности — зачёт

Вид учебной работы	Объем часов/зачетных единиц
Трудоемкость изучения дисциплины	108/3
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	18/0,5
в том числе:	

- лекции	18
- семинары	0
- практические занятия	0
Самостоятельная работа аспиранта (всего)	90/2,5
в том числе:	
- Подготовка к практическим занятиям	0
- Подготовка реферата	0
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку	90

4.2. Объем дисциплины и виды учебной работы (в часах и зачетных единицах)

№ п/п	Название раздела дисциплины	Объем часов / зачетных единиц	
		лекции	самостоятельная работа
1	Лихенология – история и современность. Классические и современные направления в лихенологии. Лихенология в России	2	12
2	Лишайниковый симбиоз – морфологические, анатомические, цитологические, физиологические, биохимические и молекулярно-генетические аспекты	2	12
3	Морфология и анатомия талломов лишайников, их рост и развитие	2	12
4	Стратегии и механизмы размножения и распространения лишайников в связи с их симбиотической природой	3	12
5	Особенности биохимии и физиологии лишайников	3	12
6	Экология лишайников: субстраты и сообщества	2	10
7	Основные закономерности зонального и регионального распространения лишайников	2	10
8	Лишайники в системе грибов. Современная систематика лишайников	2	10
	<i>Итого:</i>	18/0.5	90/2,5

4.3. Содержание лекционных занятий

Тема 1. Лихенология – история и современность. Классические и современные направления в лихенологии. Лихенология в России.

Первые сведения о лишайниках в трудах европейских исследователей (до XVII в.). Лишайники в работах J. P. de Tournefort, J. J. Dillenius, C. Linnaeus, O. P. de Candolle. Эпоха Е.

Acharius. Открытие природы лишайникового симбиоза (G. A. de Bary, A. С. Фаминцин, И. В. Баранецкий, S. Schwendener). Роль W. Nylander и E. A. Vainio в развитии лихенологии. A. Zahlbruckner: «Catalogus lichenum universalis». Советская и российская лихенология (А. А. Еленкин, В. П. Савич, А. Н. Оксер, Н. С. Голубкова, X. X. Трасс). Интеграция лишайников в систему грибов (J. A. F. Nannfeldt, R. Santesson, J. Poelt, O. E. Eriksson, D. L. Hawksworth и др.).

Лихенология как научная дисциплина. Классические (флористические, систематические, анатомо-морфологические, цитологические, эколого-ценотические, биоиндикационные) и современные (морфогенетические, физиологические, биохимические, генетические) направления исследований в лихенологии. Крупнейшие лихенологические научные и образовательные центры мира. Важнейшие лихенологические центры и исследовательские направления в России.

Тема 2. Лишайниковый симбиоз – морфологические, анатомические, цитологические, физиологические, биохимические и молекулярно-генетические аспекты.

Симбиоз и его роль в эволюции живого. Изменение представлений о лишайниковом симбиозе в процессе накопления знаний о строении и функционировании талломов лишайников. Современные представления о лишайниковом симбиозе как о примере сбалансированного паразитизма микобионта на фотобионте. Положение лишайников в системе живого и объем понятия «лишайник» в свете представлений о сущности лишайникового симбиоза. Микобионт и фотобионт. Морфолого-анатомические, цитологические, физиологические, биохимические и молекулярно-генетические аспекты взаимоотношений мико- и фотобионта.

Тема 3. Морфология и анатомия талломов лишайников, их рост и развитие.

Функциональные особенности строения таллома лишайника. Ростовые процессы у лишайников. Возможные пути происхождения таллома лишайника. Палеолихенологические данные.

Разнообразие талломов лишайников: связь анатомии и морфологии. Гетеромерный и гомеомерный планы строения талломов. Лишайники с накипными, листоватыми и кустистыми талломами, их разнообразие. Грибные плектенхимы у лишайников. Строение и функции корового, альгального слоев и сердцевины, их адаптивная изменчивость. Вегетативные структуры таллома: органы прикрепления, цефалодии, цифеллы, псевдоцифеллы, жилки и другие.

Развитие взглядов на жизненные формы у лишайников. Современные взгляды на морфологическое разнообразие талломов и систему жизненных форм у лишайников.

Тема 4. Стратегии и механизмы размножения и распространения лишайников в связи с их симбиотической природой.

Среда обитания и стратегии размножения лишайников как симбиотических организмов. Вегетативное размножение и двухбионтные вегетативные структуры размножения. Размножение фотобионта (вегетативное размножение, подавление микобионтом бесполого размножения и полового процесса). Размножение микобионта (конидиальные спороношения и конидиогенез, половой процесс, закладка и развитие плодовых тел, развитие сумок, спорообразование). Механизмы распространения конидий и аскоспор. Жизненный цикл лишайников.

Тема 5. Особенности биохимии и физиологии лишайников.

Физиологические и биохимические особенности и адаптации симбиотического таллома к обитанию в экстремальных условиях окружающей среды. Фотосинтез, дыхание и фиксация атмосферного азота. Водный обмен и газообмен таллома с внешней средой. Особенности физиологии лишайников различных природных зон. Разнообразие и функции вторичных

метаболитов (лишайниковых веществ). Пигменты лишайников. Идентификация лишайниковых веществ. Связь хемотипа с генотипом и значимость хемовариаций в таксономии лишайников.

Тема 6. Экология лишайников: субстраты и сообщества.

Освещенность, влажность, характеристики субстрата, температура, газовый состав воздуха и ценоотические условия как определяющие для лишайников факторы среды. Эколого-субстратные группы лишайников. Субстратная экология лишайников. Роль и место лишайников в экосистемах различных природных зон и регионов земли. Лишайники как компонент трофических цепей.

Тема 7. Основные закономерности зонального и регионального распространения лишайников.

Ареалы лишайников как одной из биологических групп споровых организмов. Анализ лишайнофлор на зональной и региональной основе. Зональные и аazonальные географические элементы лишайнофлор. Ареалогические группы. Основные проблемы анализа географической структуры лишайнофлор и попытки реконструкции флорогенеза.

Тема 8. Лишайники в системе грибов. Современная систематика лишайников.

Эволюция взглядов на положение лишайников в системе живого: от позднего средневековья до наших дней. Системы Ascomycota и Basidiomycota и современные представления о месте в них лишайников. Полифилитическое происхождение лишайникового симбиоза. Базидиальные лишайники и их особенности. Проблемы систематики анаморфных и облигатно стерильных лишайников.

Основные черты и наиболее важные таксоны лишайников из классов Arthoniomycetes, Eurotiomycetes, Lecanoromycetes. Ключевые порядки лишайнизированных грибов (Acarosporales, Arthoniales, Lecanorales, Lecideales, Peltigerales, Rhizocarpales, Teloschistales, Verrucariales) и их особенности. Нелишайнизированные грибы, традиционно попадающие в сферу интересов лишайников.

4.3.1. Практические занятия.

Тема 3. Морфология и анатомия талломов лишайников, их рост и развитие.

Самостоятельная работа предполагает знакомство с основными биоморфами лишайников, различными типами плектенхим, анатомическим строением талломов, поверхностными вегетативными структурами на базе материалов лишайнологического гербария LE и собственных материалов обучающихся. Изготовление срезов и микроскопических препаратов для световой микроскопии, цифровая микрофотосъемка с использованием микроскопа проходящего света и стереоскопического микроскопа отраженного света Carl Zeiss.

Тема 4. Стратегии и механизмы размножения и распространения лишайников в связи с их симбиотической природой.

Самостоятельная работа предполагает знакомство с наиболее распространенными и характерными структурами вегетативного, бесполого и полового размножения лишайников с использованием материалов лишайнологического гербария LE и материалов обучающихся. Изготовление срезов и микроскопических препаратов для световой микроскопии, цифровая микрофотосъемка с использованием микроскопа проходящего света и стереоскопического микроскопа отраженного света Carl Zeiss.

Тема 5. Особенности биохимии и физиологии лишайников.

Знакомство с процедурами подготовки материала и выявления состава лишайниковых веществ методами тонкослойной хроматографии (TLC) и тонкослойной хроматографии высокого разрешения (HPTLC) на базе хроматографической лаборатории Лаборатории

лихенологии и бриологии БИН РАН под руководством опытного специалиста (с привлечением коллекционного материала лихенологического гербария LE и собственных материалов обучающихся).

4.4. Самостоятельная работа аспиранта.

Тема 1. Лихенология – история и современность. Классические и современные направления в лихенологии. Лихенология в России.

Работы E. Acharius, W. Nylander, E. A. Vainio, A. Zahlbruckner, J. Poelt, O. E. Eriksson, D. L. Hawksworth и других и развитие представлений о "системе" лишайников в них. Представления о взаимоотношениях компонентов лишайникового симбиоза в работах G. A. de Bary, S. Schwendener, А. С. Фаминцина и И. В. Баранецкого.

Тема 2. Лишайниковый симбиоз – морфологические, анатомические, цитологические, физиологические, биохимические и молекулярно-генетические аспекты.

Культивирование мико- и фотобионтов лишайников, искусственный и естественный ресинтез таллома как основа для понимания характера и механизма симбиотических взаимоотношений. Вариации и стабильность лишайникового симбиоза в разных таксономических группах. Границы понятий "лишайник" и "лишайниковый симбиоз".

Тема 3. Морфология и анатомия талломов лишайников, их рост и развитие.

Анатомо-морфологические признаки и их значимость в современной систематике лишайников. Связь анатомо-морфологических и молекулярно-генетических признаков. Проблема «линнеевских» видов и «крипто-видов».

Тема 4. Стратегии и механизмы размножения и распространения лишайников в связи с их симбиотической природой.

Половое размножение у лишайников. Естественный ресинтез таллома как необходимый атрибут жизненного цикла видов лишайников, размножающихся половым путем. Аскогимениальный и асколокулярный типы развития плодовых тел. Вариации в процессе развития сумок и спорогенезе у лишайников.

Тема 5. Особенности биохимии и физиологии лишайников.

Хемотаксономия лишайников. Вариации состава вторичных метаболитов в талломах лишайников на примере разных систематических групп. Значимость хемотаксономических признаков в таксономии лишайников и проблема «хемовидов». Окраска таллома как таксономический признак.

Тема 6. Экология лишайников: субстраты и сообщества.

Лишайники лесных сообществ: специфика производных (вторичных) и малонарушенных старовозрастных лесов как местообитаний лишайников. Лишайники тундр – разнообразие, адаптации, особенности репродукции и распространения, роль в экосистеме. Эпифильные лишайники как группа и особенности их биологии.

Тема 7. Основные закономерности зонального и регионального распространения лишайников.

Проблемы выделения азональных элементов в составе региональных лихенофлор. Океанический и субокеанический элементы. Монтанный и гипоарктомонтанный элементы. Дизъюнкции в ареалах лишайников и возможные причины их возникновения. Фактическая база для попыток реконструкций палеолихенофлор.

Тема 8. Лишайники в системе грибов. Современная систематика лишайников.

Пример конвергентного развития комплекса признаков: калициоидные лишайники и грибы. Систематическое положение, полифилитическое происхождение, основные отличия и конвергентные признаки.

Лихенизированные представители в преимущественно нелихенизированных таксонах сумчатых и базидиальных грибов.

4.5. Тематика рефератов

Не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.

Технология процесса обучения аспирантов включает в себя следующие образовательные мероприятия:

- аудиторные занятия (лекции, практические занятия);
- самостоятельная работа аспирантов;
- контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончании: ... зачет в 3-ем семестре.

В процессе изучения дисциплины, как лектором, так и обучающимися используется метод проблемного изложения материала, самостоятельное чтение аспирантами учебной, учебно-методической и справочной литературы, анализ информационных ресурсов в научных библиотеках и сети Internet по актуальным проблемам и последующие свободные дискуссии по освоенному ими материалу.

Аудиторные занятия проводятся с использованием информационно-телекоммуникационных технологий: учебный материал представлен также в виде мультимедийных презентаций. Презентации позволяют четко структурировать материал занятия.

Самостоятельная работа аспирантов организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- поиск научной информации в открытых источниках с целью ее анализа и выявления ключевых особенностей исследуемых явлений;
- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы, постановка которых отвечает целям освоения дисциплины;
- решение проблемных задач стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность аспирантов.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6.1. Текущий контроль

Осуществляется в ходе собеседования с аспирантами на занятиях.

6.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация включает зачет в 3 семестре. Зачет проводится в форме собеседования.

Перечень примерных вопросов к зачету:

1. Положение лишайников в системе органического мира (на базе современных морфолого-анатомических, цитологических, молекулярно-генетических и биохимических данных).
2. Жизненные формы у лишайников и их систематическое значение.
3. Современная система лишайников как часть системы грибов. Лихенизированные классы и основные порядки сумчатых и базидиальных грибов.

4. Калициоидные лишайники и грибы, их систематическое положение и характеристика.
5. Спорогенез у сумчатых лишайников.
6. Структуры вегетативного размножения у лишайников.
7. Искусственный и естественный ресинтез талломов у лишайников.
8. Размножение микобионта.
9. Основные особенности физиологии лишайников.
10. Современные представления о лишайниковом симбиозе.
11. Фотобионты лишайников и их систематическое положение.
12. Ацетонрастворимые вторичные метаболиты лишайников (лишайниковые вещества), их использование в таксономии и функции в талломе.
13. Географический анализ лишенофлоры на зональной и региональной основе.
14. Эколого-субстратные группы лишайников и адаптации их представителей.
15. Особенности физиологии лишайников.
16. Ростовые процессы у лишайников.
17. Базидиальные лишайники – систематическое положение, особенности размножения, анатомии и морфологии.
18. Субстратная экология лишайников.
19. Важнейшие этапы становления и развития лишенологии. Лишенология в России.
20. Конидиальные спороношения у лишайников. Облигатно стерильные лишайники.
21. Плодовые тела лишайников и их развитие.
22. Роль лишайников в сообществах.
23. Порядок Lecanogales как крупнейший порядок лишенизированных грибов.
24. Микобионты лишайников и их систематическое положение.
25. Плектенхимы в талломах лишайников.

6.3. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

6.3.1. Критерии оценивания для зачета

Оценка «Зачтено». Систематическое посещение занятий в течение учебного года. Наличие глубоких исчерпывающих знаний (в объеме утвержденной программы дисциплины в соответствии с поставленными программой курса целями и задачами обучения); грамотное и логически стройное изложение материала, усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой.

Оценка «Не зачтено». Пропущено значительное количество занятий без уважительной причины. Наличие недостаточно полных знаний (в объеме утвержденной программы), изложение материала с отдельными ошибками, не правильные в целом действия по применению знаний на практике.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Основная литература

1. Ботаника курс альгологии и микологии: учебник / под ред. Ю.Т. Дьяков. Москва : МГУ имени М.В.Ломоносова, 2007. — 559 с.
2. Голубкова Н. С. Анализ флоры лишайников Монголии. Л.: Наука, 1983. 248 с.
3. Каратыгин И. В. Коэволюция грибов и растений // Труды Ботанического института им. В. Л. Комарова. Вып. 9. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. С. 1–119.
4. Кусакин О.Г., Дроздов А.Л. Филема органического мира. – Спб.: Наука, 1998. – С. 136-153.
5. Кутафьева Н. П. Морфология грибов. Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2003. 215 с.
6. Мир растений. Т. 2. Грибы / Под. ред. М. В. Горленко. М.: Просвещение, 1991. 475 с.
7. Мюллер Э., Лефлер В. Микология. М., Мир: 1995. 343 с.

8. Определитель лишайников СССР // Под ред. И. И. Абрамова. Л.: Наука, 1974. Вып. 2. 284 с.
9. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi // Ed. by Kirk P. M., Cannon P. F., Minter D. W., Stalpers J. A. CAB International, 2008 (10th edition). 771 p.
10. Biodiversity of fungi. Inventory and monitoring methods. Mueller G. M., Bills G. F., Foster M. S. (eds.). Boston. Elsevier Academic Press. 2004. 777 p.
11. Cannon P. F., Kirk P. M. Fungal Families of the World. CAB International, 2007. 455 p.
12. Clauzade G., Roux C. Likenoj de Okcidenta Eûropo. Ilustrita Determinlibro // Bull. Soc. Bot. du
13. Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region. Vol. 1–3. Arizona: Arizona State University, 2002–2007.
14. Protocols in lichenology. Culturing, Biochemistry, Ecophysiology and Use in Biomonitoring // Ed. by Kranner I., Beckett R. P., Varma A. K. Berlin: Springer-Verlag, 2002. 580 p.

7.2. Дополнительная литература

Рекомендуемые для дополнительного изучения обзорные и специальные статьи в журналах: «Lichenologist», «Bryologist», «Mycotaxon», «Herzogia», «Новости систематики низших растений», «Graphis Scripta», «Folia Cryptogamica Estonica» и др.

7.3. Учебно-методические материалы по дисциплине

Микология: Программы-минимум кандидатских экзаменов / Одобрено экспертным советом ВАК Министерства образования РФ по биологическим наукам; Утверждено приказом Министерства образования и науки РФ № 274 от 08.10.2007 г. М.: Изд-во «Икар», 2004.

7.4. Интернет-ресурсы

№	Ссылка на интернет-ресурс	Компания-производитель
1.	http://nhm2.uio.no/lav/web/index.html	The lichen herbarium at the university of Oslo
2.	http://www.lias.net/	LIAS – A Global Information System for Lichenized and Non-Lichenized Ascomycetes
3.	http://www.lichenfield.com/indexe.html	Russian Lichenological resources
4.	http://www.mycology.cornell.edu/	The WWW Virtual Library: Mycology
5.	http://www.cybertruffle.org.uk/cyberliber/	CYBERLIBER An Electronic Library for Mycology
6.	http://www.lichen.com/	Lichens of North America
7.	http://www.lichenology.info/	lichens of Belgium, Luxembourg and northern France
8.	http://www.mycolog.com/CHAP1.htm	Kingdoms, Classification Nomenclature, Cladistics, Biodiversity
9.	http://ocid.nacse.org/lichenland/	LichenLand
10.	http://www.sbf.c.se/slf/	Swedish Lichen Society
11.	http://lichenology.org/	International Association of Lichenologists
12.	http://www.blwg.nl/mossen/english.aspx	Dutch Bryological and Lichenological Society
13.	http://www.blam-hp.eu/home_en.html	Bryological and lichenological society of Middle Europe
14.	http://www.abls.org/	American Bryological and

		Lichenological Society
15.	http://nhm2.uio.no/lichens/nordiclichensociety/	Nordic Lichen Society
16.	http://www.indexfungorum.org	Index Fungorum
17.	http://www.mycology.net	Mycology.Net
18.	http://fieldmuseum.org/explore/myconet	Myconet
19.	http://www.viniti.ru/	Реферативный журнал ВИНИТИ «Биология»
20.	http://www.britishlichensociety.org.uk/	British Lichen Society
21.	http://www.rsl.ru/	Российская государственная библиотека
22.	http://www.scopus.com/	SciVerse Scopus
23	http://www.elibrary.ru	Научная электронная библиотека РФФИ (Elibrary)
24	http://isiwebofknowledge.com/ http://webofknowledge.com/	Thomson Reuters / Web of Knowledge

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения обучения имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- помещения для проведения занятий, оборудованные комплектом мебели;
- комплект проекционного мультимедийного оборудования;
- компьютеры с доступом к сети Интернет, оснащенные операционной системой Windows и пакетом программ Microsoft Office;
- библиотека с информационными ресурсами на бумажных и электронных носителях;
- офисная оргтехника;