

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
биологической и медицинской
физики**

Д.В. Кузьмин

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Ботаника низших растений
по направлению:	Биотехнология
профиль подготовки:	Биотехнология
	Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики
	центр образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики
курс:	1
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 30 час.

Самостоятельная работа: 45 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составил: В.И. Гмошинский, канд. биол. наук

Программа обсуждена на заседании центра образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики 22.07.2022

Аннотация

Курс охватывает фундаментальные основы микологии и альгологии. Он сочетает современные подходы к построению филогенетической системы органического мира с классическими подходами, используемыми в микологии и альгологии. Для наиболее успешного освоения материала, после каждой лекции предполагается проведение практических занятий, в ходе которых студенты смогут познакомиться с обсуждаемыми объектами.

Курс состоит из 15 лекций и 15 лабораторных работ, включающих в себя обсуждение биотехнологического потенциала водорослей. Вся программа курса разделена на две части: «альгология» и «микология». На первых восьми занятиях студенты познакомятся с основными отделами водорослей, их строением и особенностями их жизненных циклов. В конце первого раздела проводится лекционное занятие, посвященное основным принципам современной макросистематики и приводится краткая характеристика основных групп живых организмов. На девятой лекции студенты вместе с преподавателем обсуждают особенности экологии водорослей и их потенциальное использование в биотехнологии. Второй раздел содержит описание основных групп грибов, лишайников и грибоподобных организмов.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- познакомить студентов с многообразием жизненных форм и систематиков водорослей, грибов и грибоподобных организмов.

Задачи дисциплины

- познакомить студентов с положением объектов, которые традиционно рассматриваются в курсе микологии и альгологии в системе органического мира;
- описать основные таксономические группы грибов, водорослей и грибоподобных организмов;
- привести основные экологические группы водорослей, грибов и грибоподобных организмов, а также описать морфологические и биохимические особенности, а также специфику жизненного цикла, которая способствует приспособлению к условиям обитания;
- описать биотехнологический потенциал изучаемых объектов.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на математических, физических, химических, биологических законах, закономерностях и взаимосвязях	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики и биологии
	ПК-1.11 Владеет приемами экспериментальной работы с клетками и культурами клеток, физико-химическими методами исследования макромолекул, методами исследования и анализа живых систем, математическими методами обработки результатов биологических исследований, основами биоинженерии, необходимыми для создания биоинженерных объектов
	ПК-1.3 Владеет методами наблюдения, описания, идентификации и научной классификации биологических объектов
	ПК-1.6 Владеет навыками безопасной работы с современными научными приборами и другим биотехнологическим оборудованием

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- положение основных групп водорослей, грибов и грибоподобных организмов в системе органического мира, а также таксономическую структуру соответствующих макротаксонов;
- характеристику основных групп водорослей;
- жизненные циклы всех представителей, представленных в практикуме;
- отличия отделов грибов;
- роль грибов и грибоподобных организмов в экосистеме.

уметь:

- объяснить принципы современной макротаксономии;
- использовать полученные базовые знания разделов «альгология» и «микология» для описания экологической роли предложенного объекта;
- оценить перспективы возможности использования того или иного организма в биотехнологии.

владеть:

- основными методами лабораторной работы и камеральной обработки водорослей, грибов и грибоподобных организмов;
- знаниями о методах обнаружения, сбора и идентификации образцов;
- знаниями о мерах безопасности при работе с изучаемыми объектами.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Общая характеристика водорослей. Характеристика отдела Cyanophyta	2		2	3
2	Отдел Зеленые водоросли (Chlorophyta), часть 1, класс собственно зеленые водоросли Chlorophyceae	2		2	3
3	Отдел Зеленые водоросли (Chlorophyta), часть 2, классы Ulvophyceae, Trebouxiophyceae	2		2	3
4	Отдел Харовые водоросли (Charophyta)	2		2	3
5	Отдел Красные водоросли (Rhodophyta)	2		2	3
6	Отдел Охрофитовые водоросли. Часть 1. Классы золотистые (Chrysophyceae) и диатомовые (Bacillariophyceae)	2		2	3
7	Отдел Охрофитовые водоросли. Часть 2. Классы желто-зеленые (Xanthophyceae) и бурые (Fucophyceae)	2		2	3

8	“Малые” отделы водорослей Euglenophyta, Dinophyta, Glaucophyta, Chlorarchniophyta, Cryptophyta, Haptophyta	2		2	3
9	Современные взгляды на систему органического мира. Экологические группы водорослей. Значение водорослей в биотехнологии.	2		2	3
10	Псевдогрибы (Oomycota). Отделы Хитридиомицеты (Chytridiomycota) и Zygomycota (Зигомицеты).	2		2	3
11	Отдел Ascomycota. Часть 1. п/отд. Taphrinomycotina, Saccharomycotina. п/отд. Pezizomycotina общая характеристика, кл. Plectomycetes	2		2	3
12	Отдел Ascomycota. Часть 2. п/отд. Pezizomycotina кл. Sordariomycetes, Leotiomycetes, Pezizomycetes	2		2	3
13	Отдел Basidiomycota. Часть 1. п/отд. Pucciniomycotina, Usillaginomycotina	2		2	3
14	Отдел Basidiomycota. Часть 2. п/отд. Basidiomycotina	2		2	3
15	Лихенизированные грибы (Лишайники) и Слизевики	2		2	3
Итого часов		30		30	45
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		135 час., 3 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

1. Общая характеристика водорослей. Характеристика отдела Cyanophyta

Общая характеристика водорослей. Представление о водорослях как о сборной группе организмов. Общая схема описания отдела водорослей.

Многообразие жизненных форм водорослей. Типы дифференциации талломов.

Строение хлоропласта и его происхождение. Две эволюционных линии, приведших к возникновению хлоропласта. Зеленая и красная фотосинтетическая линии. Примеры вторичного эндосимбиоза. Сравнительная характеристика строения хлоропласта в разных группах водорослей. Хлоропласты динофитовых водорослей. Примеры организмов, использующих эндосимбионтов, которые не превратились в хлоропласты. Клептопластиды. Остатки хлоропластов у Oomycota/

Фотосинтезирующие пигменты водорослей. Хлорофиллы. Строение и встречаемость в разных группах фотосинтезирующих организмов. Каротиноиды: каротины и ксантофиллы. Особенности строения. Специфические дополнительные пигменты. Фикобилины: строение и представленность в разных группах водорослей. Физико-химические особенности пигментов и их взаимосвязь с экологией разных водорослей.

Запасные продукты водорослей. Представленность их в разных группах фотосинтезирующих организмов.

Клеточные покровы водорослей. Примеры использования разных типов веществ для формирования клеточных покровов.

Жгутиковые стадии. «Типичное» строение жгутиков. Представленность разного типа жгутикового аппарата в разных группах водорослей.

Размножение водорослей. Отличия вегетативного, бесполого и полового размножения. Типы бесполого размножения. Типы полового размножения водорослей.

Жизненные циклы водорослей. Место редукционного деления в жизненных циклах. Понятие о спорофите и гаметофите. Изоморфная и гетероморфная смена генераций.

Стандартные окончания таксонов водорослей различного уровня.

Отдел Синезеленые водоросли или Цианобактерии (Cyanophyta, Cyanobacteria). Строение таллома. Пигментный состав. Строение фотосинтетического комплекса. Строение клеточных покровов цианобактерий. Запасные продукты сине-зеленых водорослей. Способы размножения.

класс Синезеленые (Cyanophyceae). Характерные черты строения клетки. Общая характеристика. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Пор. Хроококковые (Chroococcales). Microcystis. Пор. Осцилляториевые (Oscillatoriales). Oscillatoria. Пор. Ностоковые (Nostocales). Anabaena.

2. Отдел Зеленые водоросли (Chlorophyta), часть 1, класс собственно зеленые водоросли Chlorophyceae

Отдел Зеленые водоросли (Chlorophyta). Общая характеристика. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Современные взгляды на объем таксона и его эволюцию.

Класс Собственно зеленые (Chlorophyceae). Общая характеристика. Деление на порядки и основные представители.

Пор. Хламидомонадовые (Chlamydomonadales). Общая характеристика. Одноклеточные и ценобиальные формы. Размножение, распространение и экология. Chlamydomonas, Dunaliella, Volvox.

Пор. Сфероплейные (Sphaeropleales). Общая характеристика. Размножение, распространение и экология. Адаптация планктонных форм к условиям среды обитания. Hydrodictyon, Scenedesmus.

Пор. Эдогониевые (Oedogoniales). Общая характеристика. Особенности строения. Половой диморфизм у некоторых представителей. Размножение, распространение и экология. Oedogonium.

Пор. Хетофоровые (Chaetophorales). Общая характеристика. Особенности строения таллома у разных представителей. Chaetophora.

3. Отдел Зеленые водоросли (Chlorophyta), часть 2, классы Ulvophyceae, Trebouxiophyceae

Класс Требуксиевые (Trebouxiophyceae). Общая характеристика. Пор. Хлорелловые (Chlorellales). Размножение, распространение и экология. Chlorella. Требуксиевые водоросли – эндосимбионты лишайников. Prasiola – представитель с тканевым талломом.

Класс Ульвовые (Ulvophyceae). Общая характеристика. Деление на порядки и основные представители.

Пор. Улотриховые (Ulothrichales). Общая характеристика. Размножение, распространение и экология. Особенности жизненного цикла. Ulothrix.

Пор. Бриопсидовые (Bryopsidales). Общая характеристика. Размножение, распространение и экология. Особенности жизненного цикла. Сложное строение сифонального таллома на примере Codium и Caulerpa.

Пор. Дазикладовые (Dasycladales). Общая характеристика. Особенности строения. Размножение, распространение и экология. Жизненный цикл Acetabularia.

Пор. Сифонокладовые (Cladophorales). Общая характеристика. Особенности строения. Размножение, распространение и экология. Cladophora.

Пор. Трентеполиеые (Trentepohliales). Общая характеристика. Размножение, распространение и экология. Адаптация представителей порядка к условиям обитания вне водной среды. Trentepohlia.

4. Отдел Харовые водоросли (Charophyta)

Отдел Харовые водоросли (Charophyta). Общая характеристика. Деление на классы и основные представители. Эволюция представителей отдела. Связь с предками высших растений.

Класс Зигнемовые (Zygnematomphyceae). Общая характеристика. Особенности полового процесса. Деление на порядки. Пор. Зигнемовые (Zygnematales). Spirogyra, Netrium. Пор. Десмидиевые (Desmidiales). Cosmarium, Closterium.

Класс Харовые (Charophyceae), Пор. Харовые (Charales). Общая характеристика. Черты высокой организации в строении и размножении. Chara.

5. Отдел Красные водоросли (Rhodophyta)

Отдел Красные водоросли (Rhodophyta). Общая характеристика. Строение таллома, строение клетки, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Деление на классы и основные представители.

Класс Бангиевые (Bangiophyceae), Пор. Бангиевые (Bangiales). Общая характеристика. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Porphyra.

Класс Родимениевые (Rhodymeniophyceae). Общая характеристика. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Главнейшие систематические порядки класса. Пор. Батрахоспермовые (Batrachospermales). Batrachospermum. Пор. Церамиевые (Ceramiales). Polysiphonia.

6. Отдел Охрофитовые водоросли. Часть 1. Классы золотистые (Chrysophyceae) и диатомовые (Bacillariophyceae)

Отдел Охрофитовые водоросли (Ochromphyta). Общая характеристика. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Деление на классы.

Класс Золотистые (Chrysophyceae). Общая характеристика. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Dinobryon, Hydrurus, Synura.

Класс Диатомовые или Диатомеи (Diatomophyceae). Общая характеристика. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Особенности строения клетки. Движение. Деление на группы. Группа Центрические. Melosira. Группа Пеннатные. Tabellaria, Pinnularia, Nitzschia.

7. Отдел Охрофитовые водоросли. Часть 2. Классы желто-зеленые (Xanthophyceae) и бурые (Fucophyceae)

Класс Желтозеленые или Трибофициевые (Xanthophyceae или Tribophyceae). Общая характеристика. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Tribonema, Vaucheria.

Класс Бурые или Фукофициевые (Phaeophyceae или Fucophyceae). Общая характеристика. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Главнейшие систематические порядки класса и основные представители.

Пор. Эктокарповые (Ectocarpales). Общая характеристика. Строение таллома, размножение, распространение и экология. Жизненный цикл на примере Ectocarpus.

Пор. Ламинариевые (Laminariales). Общая характеристика. Строение таллома и его размеры, размножение, распространение и экология. Жизненный цикл на примере Laminaria.

Пор. Фукусовые (Fucales). Общая характеристика. Строение таллома, размножение, распространение и экология. Жизненный цикл на примере Fucus.

8. “Малые” отделы водорослей Euglenophyta, Dinophyta, Glaucophyta, Chlorarchniophyta, Cryptophyta, Haptophyta

Отдел Эвгленовые водоросли (Euglenophyta), класс Эвгленовые (Euglenophyceae). Общая характеристика. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Использование эвгленовых водорослей в оценке качества водоемов, Euglena, Trachelomonas.

Отдел Динофитовые водоросли (Dinophyta), класс Динофитовые (Dinophyceae). Общая характеристика. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Красные приливы и токсины динофитовых водорослей. Хлоропласты и строение ядра динофитовых водорослей. Гетеротрофные представители. Ceratium, Peridinium.

Отдел Глаукофитовые (Glaucophyta) Общая характеристика. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Glaucocystis, Coleochaete

Отдел Хлорархниофитовые (Chlorarchniophyta) Общая характеристика. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Chlorarchnion.

Отдел КRYPTOфитовые (Cryptophyta) Общая характеристика. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Cryptomonas.

Отдел Гаптофитовые (Haptophyta) Общая характеристика. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Кокколиитофорида и отложения кальция. Chrysochromulina.

9. Современные взгляды на систему органического мира. Экологические группы водорослей. Значение водорослей в биотехнологии.

Различные подходы к построению систем: эпиморфема и филема. Краткий обзор систем органического мира: система Аристотеля, Линнея, Эзенберга, Уайттекера. Основные принципы кладистики. Основные принципы, заложенные в сравнение нуклеотидных последовательностей. Дополнительные признаки, используемые при построении современной макросистемы. Обзор системы органического мира в соответствии с последними молекулярно-генетическими данными и место в ней объектов из курса микологии и альгологии.

10. Псевдогрибы (Oomycota). Отделы Хитридиомицеты (Chytridiomycota) и Zygomycota (Зигомицеты).

Место грибов в системе органического мира. Особенности питания и распространения. Распространение в природе, сапротрофные, паразитные и симбиотические формы.

Понятие о вегетативном, бесполом, половом размножении, а также жизненных циклах у грибов и грибоподобных организмов.

Современные принципы классификации грибов и грибоподобных организмов. Деление на отделы и классы и их краткая характеристика.

Значение грибов в круговороте веществ и их хозяйственное значение (положительное и отрицательное: плодородие почвы, инфекционные болезни растений и животных, бродильные и другие процессы).

Сравнительная характеристика настоящих грибов и представителей отдела Oomycota.

Отдел Оомикота (Oomycota), класс Оомицеты (Oomycetes). Общая характеристика. Образ жизни. Облигатный и факультативный паразитизм. Особенности бесполого и полового размножения. Деление на порядки.

Пор. Сапролегниевые (Saprolegniales). Общая характеристика. Особенности строения и размножения. Образ жизни и практическое значение. Saprolegnia.

Пор. Пероноспорные (Peronosporales). Общая характеристика. Особенности образа жизни и морфологии. Характер возможной эволюции в пределах порядка в связи с переходом к наземному образу жизни и паразитизму. Практически важные представители. Меры борьбы с соответствующими заболеваниями. *Albugo candida*, *Phytophthora infestans*, *Plasmopara viticola*, *Peronospora lunariae*.

Отдел Chytridiomycota общая характеристика: особенности экологии. Характерные черты бесполого и полового размножения. Основные практически значимые представители: *Batrachochytrium*, *Synchytrium endobioticum*

Отдел Зигомикота (Zygomycota), класс Зигомицеты (Zygomycetes). Общая характеристика. Характерные черты бесполого и полового размножения. Возможные пути эволюции бесполого размножения в связи с приспособлением к наземному образу жизни. Гомоталлизм и гетероталлизм. Сапротрофные и паразитические виды. Порядок Entomophthorales. Осенняя болезнь мух *Entomophthora muscae*. Порядок Mucorales. *Mucor*, *Rhizopus*, *Phycomyces*, *Cunninghamella*.

11. Отдел Ascomycota. Часть 1. п/отд. Taphrinomycotina, Saccharomycotina. п/отд. Pezizomycotina общая характеристика, кл. Plectomycetes

Отдел Аскомикота, или Сумчатые грибы (Ascomycota). Общая характеристика. Характерные черты организации, полового процесса и сумчатого спороношения. Строение плодовых тел и их возможная эволюция. Особенности бесполого спороношения и его место в цикле развития сумчатых грибов. Понятие о несовершенных грибах как о совокупности конидиальных стадий (анаморф) сумчатых грибов. Смена ядерных фаз. Деление на подотделы.

Подотдел Тафриномицеты, или Архиаскомицеты (Taphrinomycotina, Archiascomycotina). Класс Тафриномицеты (Taphrinomycetes), пор. Тафриновые (Taphrinales). Общая характеристика. Образ жизни, характер паразитизма. Смена ядерных фаз. Taphrina.

Подотдел Сахаромицеты, или Гемиаскомицеты (Saccharomycotina, Hemiascomycotina). Класс Сахаромицеты (Saccharomycetes), пор. Сахаромицеты (Saccharomycetales). Общая характеристика. Дрожжи, их морфология и образ жизни. Смена ядерных фаз. Практическое значение дрожжей. *Saccharomyces ludwigii*, *Saccharomyces cerevisiae*.

Подотдел Аскомицеты, или Плодосумчатые (Euascomycotina, Pezizomycotina). Общая характеристика. Принцип деления на классы.

Класс Эвротииомицеты (Eurotiomycetes), пор. Эвротиевые (Eurotiales). Общая характеристика. Строение плодовых тел и сумок. Бесполое размножение и его место в жизненном цикле. Распространение в природе, практическое значение. Антибиотики, их биологическое и терапевтическое значение. *Eurotium*, *Neosartorya* (несовершенная стадия - *Aspergillus*), *Eupenicillium*, *Talaromyces* (несовершенная стадия - *Penicillium*).

Формальный отдел Дейтеромикоты, или Несовершенные грибы (Deuteromycota). Особенности и отличия от других таксономических групп. Родственные связи с другими грибами. *Aspergillus*, *Penicillium* и другие.

12. Отдел Ascomycota. Часть 2. п/отд. Pezizomycotina кл. Sordariomycetes, Leotiomycetes, Pezizomycetes

Класс Сордариомицеты (Sordariomycetes). Общая характеристика. Строение плодовых тел и сумок. Бесполое и половое размножение. Основные порядки и их краткая характеристика. Пор. Сордариевые (Sordariales). Общая характеристика. Особенности полового спороношения у разных представителей порядка. Теоретическое значение некоторых видов. *Sordaria*. Пор. Гипокрейные (Hypocreales), сем. Спорыньевые (Clavicipitaceae). Общая характеристика. *Epiclloë typhina* – чехловидная болезнь злаков (жизненный цикл). *Cordyceps* – паразит насекомых (Жизненный цикл). Жизненный цикл на примере *Claviceps purpurea*, строение разных стадий, хозяйственное значение. Эрготизм (Антониев огонь). Основные представители. *Claviceps purpurea* (несовершенная стадия - *Sphacelia*).

Класс Пезизомицеты (Pezizomycetes), пор. Пезизовые (Pezizales). Общая характеристика. Строение плодовых тел и сумок, рассеивание спор. Особенности строения плодовых тел у представителей с подземным образом жизни. Особенности экологии и черты организации представителей с подземными плодовыми телами. Съедобные виды. *Peziza*, *Helvella*, *Morchella*, *Verpa*, *Gyromitra*. *Tuber*, *Choiromyces*, *Hydnотria*.

Класс Леоциомицеты (Leotiomycetes), пор. Леоциевые (Leotiales). Общая характеристика. Строение плодовых тел и сумок. Образ жизни. Практически важные паразитические формы. *Sclerotinia*. пор. *Erysiphales* (*Erysiphomycetes*), пор. Эризифовые, или Мучнисторосяные (*Erysiphales*). Общая характеристика. Положение в системе. Образ жизни, характер паразитизма. Бесполое и половое размножение. Наиболее важные заболевания культурных растений, вызываемые мучнисторосяными грибами. *Blumeria graminis* (несовершенная стадия - *Oidium*), *Sphaerotheca mors-uvae*, *Microsphaera alphitoides*.

13. Отдел Basidiomycota. Часть 1. п/отд. Pucciniomycotina, Usillaginomycotina

Отдел Базидиомикоты (Basidiomycota). Общая характеристика. Характерные черты организации. Мицелий первичный и вторичный. Гомология базидии и сумки. Разные принципы классификации базидий и их связь с систематикой базидиомицетов. Деление на подотделы.

Подотдел Пукциномицеты (*Pucciniomycotina*). Класс Телиомицеты, Пукциномицеты, или Урединиомицеты (*Teliomycetes*, *Pucciniomycetes*, *Urediniomycetes*), пор. Ржавчинные (*Pucciniales*, *Uredinales*). Общая характеристика. Цикл развития на примере *Puccinia graminis*. Разнохозяйственность и однохозяйственность. Полные и неполные циклы. Специализация: специализированные формы и физиологические расы. Наиболее важные заболевания культурных растений, вызываемые ржавчинными грибами. *Puccinia graminis*, *Phragmidium rubi-idaei*.

Подотдел Устомицеты, или Устилагиномицеты (*Ustomycotina*, *Ustilaginomycotina*). Класс Устомицеты, или Устилагиномицеты (*Ustomycetes*, *Ustilaginomycetes*), пор. Головневые (*Ustilaginales*). Общая характеристика. Формы паразитизма и способы инфекции хлебных злаков разными видами головневых. Половой процесс и ядерный цикл. Хозяйственное значение головни и способы борьбы с ней. Деление на семейства. Сем. *Ustilaginaceae* (Головневые). *Ustilago tritici*, *U. maydis*. Сем. *Tilletiaceae* (Тиллециевые). *Tilletia caries*, *Urocystis ranunculi*.

14. Отдел Basidiomycota. Часть 2. п/отд. Basidiomycotina

Подотдел Агарикомицеты, или Базидиомицеты (*Agaricomycotina*, *Basidiomycotina*). Класс Агарикомицеты, или Базидиомицеты (*Agaricomycetes*, *Basidiomycetes*). Общая характеристика. Группа Гетеробазидиомицеты. Общая характеристика. Строение плодовых тел и базидий. Распространение и условия жизни. *Exidia*, *Tremella*, *Auricularia auricula-judae*.

Группа Гомобазидиомицеты. Общая характеристика. Строение плодовых тел и базидий. Распространение и условия жизни.

Афиллофороидные базидиомицеты. Общая характеристика. Строение плодовых тел и рассеивание спор. Распространение и условия жизни. Значение разрушения древесины грибами. *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Polyporus*, *Daedalea* и многие другие. Съедобные представители. Биоповреждение. Лекарственные представители и обоснование скептического отношения к фунготерапии.

Агарикоидные базидиомицеты. Общая характеристика. Строение и развитие плодовых тел. Распространение и условия жизни. Съедобные и ядовитые представители. 10 правил безопасного сбора грибов. *Agaricus bisporus*, *Amanita muscaria*, *Russula*, *Boletus edulis*, *Leccinum scabrum* и многие другие.

15. Лихенизированные грибы (Лишайники) и Слизевики

Гастероидные базидиомицеты. Строение плодовых тел, способы распространения спор. Представители с сухой глебой (Дождевиковые). *Lycoperdon*, *Geastrum*. Представители с влажной глебой (Веселковые). *Phallus impudicus*, *Dictyophora indusiata*, *Clathrus*

Лишайники. Морфологическое и анатомическое строение таллома. Систематическое положение водорослей и грибов – симбионтов в лишайниках. Взаимоотношения компонентов лишайников. Способы размножения. Роль в природе и практической деятельности человека. *Collema*, *Physcia*, *Graphis*, *Xanthoria*, *Usnea*, *Cladonia* и другие.

Слизевики. Общая характеристика. Характерные черты организации, основные особенности. Место слизевиков в системе органического мира.

Отдел Миксомикота (*Muchomycota*). Класс *Dictyosteliomycota* – общая характеристика, жизненный цикл на примере *Dictyostelium discoideum*, Сборная группа Протостелиевых слизевиков, общая характеристика, жизненный цикл. класс *Muchomycetes*. Общая характеристика. Строение вегетативного тела, органов спороношения. Размножение, распространение и экология. *Hemitrichia*, *Lycogala*, *Trichia* и другие.

Отдел Плазмодиофоромикота (*Plasmodiophoromycota*). Общая характеристика. Размножение, распространение, образ жизни и практическое значение. *Plasmodiophora brassicae*.

Иные представители слизевиков: *Acrasiomycota*, *Labyrinthulomycota*, *Fonticula alba*.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Компьютеризированные лаборатории, оборудованные проектором.
Лабораторные столы в лабораторных помещениях, оборудованных вытяжными шкафами.
Лабораторное оборудование для химанализа и синтеза неорганических веществ.
Химические реактивы.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

Литература предоставляется базовой кафедрой

1. Белякова Г.А., Дьяков Ю.Т., Тарасов К.Л. Ботаника в 4 томах. Т. 1. Водоросли и грибы: уч-к для выс. уч. заведений. М.: издательский центр «Академия». 2006а. 320 с.
2. Белякова Г.А., Дьяков Ю.Т., Тарасов К.Л. Ботаника в 4 томах. Т. 2. Водоросли и грибы: уч-к для выс. уч. заведений. М.: издательский центр «Академия». 2006б. 320 с.
3. Леонтьев Д.В. Общая биология: система органического мира. Конспект лекций. – 2-е издание. Харьков: ХГЗВА. 2014. 84 с.

Дополнительная литература

Литература предоставляется базовой кафедрой

1. Lee R.E. Phycology. Fifth edition. 2018. Cambrige university press. 551 p.
Handbook of the protists (Archiblad J.M., Sinpson A.G.B., Slamovits C.H.). Springer. 2017. 1657 p.
2. Зоология беспозвоночных в двух томах. Том 1: от простейших до моллюсков и артропод. Под ред. В. Вестхайде и Р. Ригера. Пер. с нем. под ред. проф. А.В. Чесунова. М.: Т-во научных изданий КМК. 2008. 512 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Пакет программ MS Office.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студентам рекомендуется перед занятием повторять материал прошедших лекций, поскольку перед началом некоторых практикумов им может быть предложена промежуточная проверочная работа, вопросы которой могут содержать материалы всех предшествующих занятий.

Студенту на лекциях достаточно иметь тетрадь и ручку для конспектирования материалов, а во время практикумов необходимо дополнительно иметь листы плотной белой бумаги формата А4 (2-3 на занятие), карандаш, точилку (при необходимости) и ластик.

Дополнительно рекомендуется студентам иметь при себе программу курса и пользоваться ей при подготовке к зачету и экзамену. Во время экзамена, помимо билетов, студенты во время подготовки и ответа на вопросы могут взять с собой программу курса, что может облегчить процесс освоения латинских наименований таксонов различного ранга.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Биотехнология
профиль подготовки:	Биотехнология Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики центр образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики
курс:	1
квалификация:	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен	
Разработчик:	В.И. Гмошинский, канд. биол. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на математических, физических, химических, биологических законах, закономерностях и взаимосвязях	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики и биологии
	ПК-1.11 Владеет приемами экспериментальной работы с клетками и культурами клеток, физико-химическими методами исследования макромолекул, методами исследования и анализа живых систем, математическими методами обработки результатов биологических исследований, основами биоинженерии, необходимыми для создания биоинженерных объектов
	ПК-1.3 Владеет методами наблюдения, описания, идентификации и научной классификации биологических объектов
	ПК-1.6 Владеет навыками безопасной работы с современными научными приборами и другим биотехнологическим оборудованием
	ПК-1.8 Способен оценивать требуемые ресурсы (материальные и временные) для планирования и проведения научного эксперимента

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Ботаника низших растений» обучающийся должен:

знать:

- положение основных групп водорослей, грибов и грибоподобных организмов в системе органического мира, а также таксономическую структуру соответствующих макротаксонов;
- характеристику основных групп водорослей;
- жизненные циклы всех представителей, представленных в практикуме;
- отличия отделов грибов;
- роль грибов и грибоподобных организмов в экосистеме.

уметь:

- объяснить принципы современной макротаксономии;
- использовать полученные базовые знания разделов «альгология» и «микология» для описания экологической роли предложенного объекта;
- оценить перспективы возможности использования того или иного организма в биотехнологии.

владеть:

- основными методами лабораторной работы и камеральной обработки водорослей, грибов и грибоподобных организмов;
- знаниями о методах обнаружения, сбора и идентификации образцов;
- знаниями о мерах безопасности при работе с изучаемыми объектами.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлого занятия.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Занятие 1: Общая характеристика водорослей. Характеристика отдела Cyanophyta

- 1) Дайте определение понятию «Водоросли».
- 2) Назовите основные типы дифференциации талломов водорослей.
- 3) Перечислите и назовите особенности химического состава пигментов водорослей.
- 4) Опишите строение жгутиков эукариотических организмов.
- 5) В чем отличие полового, вегетативного и бесполого размножения.
- 6) Опишите гапло-диплобионтный жизненный цикл со спорической редукцией и изоморфной сменой генераций.
- 7) Какие типы дифференциации талломов характерны для представителей группы Cyanophyta.
- 8) Какие типы размножения характерны для представителей отдела Cyanophyta.
- 9) Для чего представителям пор. Nostocales необходимы гетероцисты.
- 10) Механизм адаптации Microcystis к условиям внешней среды.

.....

Занятие 2: Отдел Зеленые водоросли (Chlorophyta), часть 1, класс собственно зеленые водоросли Chlorophyceae

- 1) Опишите особенности строения фотосинтетического аппарата Зеленых водорослей.
- 2) Перечислите запасные вещества зеленых водорослей.
- 3) Опишите строение жгутикового аппарата зеленых водорослей.
- 4) Приведите общую характеристику класса Chlorophyceae
- 5) Применение представителей пор. Volvocales в биотехнологии.
- 6) Особенности размножения представителей рода Volvox.
- 7) Жизненный цикл Hydrodictyon.
- 8) Особенности формирования колпачков у представителей пор. Oedogoniales.
- 9) Формирование нанандриев у Oedogonium
- 10) Chaetophora – строение таллома и жизненный цикл.

.....

Занятие 3: Отдел Зеленые водоросли (Chlorophyta), часть 2, классы Ulvophyceae, Trebouxiophyceae.

- 1) Общая характеристика представителей класса Trebouxiophyceae.
- 2) Применение водорослей рода Chlorella в биотехнологии.
- 3) Общая характеристика представителей класса Ulvophyceae.
- 4) Жизненный цикл представителей пор. Ulothricales.
- 5) Эксперименты по определению роли ядра в клетках, выполненные на Acetabularia.
- 6) Жизненный цикл Acetabularia.
- 7) Особенности строения и размножения Codium и Caulerpa.
- 8) Приспособление Trentepohlia к наземному образу жизни.
- 9) Жизненный цикл Trentepohlia.
- 10) Строение и жизненный цикл представителей пор. Siphonocladales.

.....

Занятие 4. Отдел Харовые водоросли (Charophyta)

- 1) Опишите филогенетические отношения харовых, зеленых водорослей и высших растений.
- 2) Основные критерии выделения класса Zygnematomphyceae
- 3) Строение жгутикового аппарата Charophyta.
- 4) Половой процесс представителей класса Zygnematomphyceae на примере Spirogyra.
- 5) Особенности строения десмидиевых водорослей.
- 6) Роль десмидиевых водорослей в экосистемах.
- 7) Строение талломов видов рода Chara.
- 8) Апикальный рост Chara.
- 9) Развитие антеридиев Chara.
- 10) Развитие оогониев Chara.

Занятие 5: Отдел Красные водоросли (Rhodophyta)

- 1) Опишите особенности фотосинтетического аппарата красных водорослей.
- 2) Общая схема жизненного цикла красных водорослей.
- 3) Строение цистокарпиев.

- 4) Варианты расположения спор в тетраспорангиях.
- 5) Строение клеточной стенки красных водорослей.
- 6) Применение красных водорослей в сельском хозяйстве и биотехнологии.
- 7) Значение красных водорослей в экологии водных сообществ.
- 8) Жизненный цикл *Porphyra*.
- 9) Жизненный цикл *Batrachospermum*.
- 10) Жизненный цикл *Polysiphonia*.

.....

Занятие 6: Отдел Охрофитовые водоросли. Часть 1. Классы золотистые (*Chrysophyceae*) и диатомовые (*Bacillariophyceae*)

- 1) Строение жгутикового аппарата *Ochromytha*.
- 2) Строение фотосинтетического аппарата *Ochromytha*.
- 3) Запасные вещества *Ochromytha*.
- 4) Общая характеристика золотистых водорослей.
- 5) Строение панциря диатомовых водорослей.
- 6) Роль диатомовых водорослей в экосистемах.
- 7) Строение шва диатомовых водорослей.
- 8) Сравнительная характеристика пеннатных и центрических диатомей.
- 9) Варианты и особенности размножения диатомовых водорослей.
- 10) Строение жгутикового аппарата у диатомовых водорослей.

.....

Занятие 7: Отдел Охрофитовые водоросли. Часть 2. Классы желто-зеленые (*Xanthophyceae*) и бурые (*Fucophyceae*)

- 1) Жизненный цикл *Fucus*
- 2) Жизненный цикл *Laminaria*
- 3) Жизненный цикл *Ectocarpus*
- 4) Строение клеточной стенки бурых водорослей.
- 5) Строение фотосинтетического аппарата бурых водорослей.
- 6) Особенности пигментного состава желто-зеленых водорослей.
- 7) Применение бурых водорослей в биотехнологии.
- 8) Роль бурых водорослей в водных сообществах.
- 9) Формирование клеточной стенки у *Tribonema*.
- 10) Особенности вегетативного, бесполого и полового размножения *Vaucheria*.

.....

Занятие 8: “Малые” отделы водорослей *Euglenophyta*, *Dinophyta*, *Glaucophyta*, *Chlorarchniophyta*, *Cryptophyta*, *Haptophyta*

- 1) Экология, особенности строения жгутикового аппарата и строение фотосинтетического комплекса представителей отд. *Haptophyta*
- 2) Экология, особенности строения жгутикового аппарата и строение фотосинтетического комплекса представителей отд. *Cryptophyta*.
- 3) Экология, особенности строения жгутикового аппарата и строение фотосинтетического комплекса представителей отд. *Chlorarchniophyta*
- 4) Экология, особенности строения жгутикового аппарата и строение фотосинтетического комплекса представителей отд. *Glaucophyta*
- 5) Экология, особенности строения жгутикового аппарата и строение фотосинтетического комплекса представителей отд. *Dinophyta*
- 6) Экология, особенности строения жгутикового аппарата и строение фотосинтетического комплекса представителей отд. *Euglenophyta*
- 7) Значение представителей *Dinophyta* как токсинообразователей.
- 8) Возникновение пластид *Dinophyta*.
- 9) Применение эвгленовых водорослей в биоиндикации.
- 10) Сравнительная характеристика фотосинтетического аппарата *Glaucophyta*, *Rhodophyta* и *Chlorophyta*.

.....

Занятие 9: Современные взгляды на систему органического мира. Экологические группы водорослей. Значение водорослей в биотехнологии.

- 1) Способы построения системы: экоморфема и филема.
- 2) Причины выделения группы Protista в системе Уайтеккера.
- 3) Какие критерии могут использоваться при установлении родственных связей между организмами.
- 4) Эволюция хлоропластов в различных группах водорослей.
- 5) Опишите механизм полимеразной цепной реакции.
- 6) Каким критериям должны соответствовать маркерные нуклеотидные последовательности на основании изучения которых делают выводы о степени родства различных организмов.
- 7) Какие группы признаков, за исключением нуклеотидных последовательностей, применяются для построения современной макросистемы и почему эти признаки являются стабильными.
- 8) Особенности группы Archareplastidae.

.....

Занятие 10. Псевдогрибы (Oomycota). Отделы Хитридиомицеты (Chytridiomycota) и Zygomycota (Зигномицеты).

- 1) Общая характеристика отдела Oomycota.
- 2) Дайте определение облигатному и факультативному паразитизму.
- 3) Сходства и различия порядков Saprolegniales и Peronosporales.
- 4) Положение отдела Oomycota в системе органического мира.
- 5) Причины эпифитотии картофеля в Европе, в середине XIX века.
- 6) Общая характеристика отдела Chytridiomycota
- 7) Жизненный цикл Synchronium endobioticum.
- 8) Общая характеристика отдела Zygomycota.
- 9) Общее направление эволюции бесполого размножения представителей пор. Mucorales.
- 10) Значение грибов из отд. Zygomycota в биотехнологии.

Занятие 11. Отдел Ascomycota. Часть 1. п/отд. Taphrinomycotina, Saccharomycotina. п/отд. Pezizomycotina общая характеристика, кл. Plectomycetes

- 1) Строение вегетативного мицелия представителей отд. Ascomycota.
- 2) Жизненный цикл Ascomycota.
- 3) Формирование сумок у Ascomycota.
- 4) Типы сумок Ascomycota.
- 5) Особенности жизненного цикла Taphrinomycotina и его архаичные черты.
- 6) Использование дрожжей в биотехнологических производствах.
- 7) Роль представителей класса Plectomycetes в биотехнологии.
- 8) Микотоксикозы.
- 9) Особенности строения конидиальных спороношений (Aspergillus, Penicillium).
- 10) Особенности строения клейстотециев.

.....

Занятие 12: Отдел Ascomycota. Часть 2. п/отд. Pezizomycotina кл. Sordariomycetes, Leotiomycetes, Pezizomycetes

- 1) Строение перитеция.
- 2) Приспособления Sordaria к копротрофному образу жизни.
- 3) Жизненный цикл Cordyceps.
- 4) Жизненный цикл спорыньи Claviceps purpurea.
- 5) Особенности строения апотециев.
- 6) Жизненный цикл Sclerotinia.
- 7) Мучнисторосяные грибы. Симптомы заболевания и жизненный цикл.
- 8) Строение хазмотеция. Его отличия от клейстотециев.
- 9) Эволюция плодовых тел Pezizomycotina.
- 10) Строение плодового тела трюфеля и его отличия от клейстотеция.

.....

Занятие 13: Отдел Basidiomycota. Часть 1. п/отд. Pucciniomycotina, Usillaginomycotina

- 1) Строение вегетативного тела базидиомицетов.
- 2) Жизненный цикл базидиомицетов.
- 3) Особенности формирования пряжек на мицелии у базидиомицетов.
- 4) Формирование базидий из дикариотического мицелия.

- 5) Типы базидий.
- 6) Плейоморфизм ржавчинных грибов.
- 7) Жизненный цикл ржавчинных грибов на примере *Puccinia graminis*.
- 8) Особенности жизненного цикла головневых грибов.
- 9) Способы дикариотизации головневых грибов.
- 10) Типы инфекций головневых грибов.

.....

Занятие 14: Отдел Basidiomycota. Часть 2. п/отд. Basidiomycotina

- 1) Сравнительная характеристика гомо- и гетеробазидиальных грибов
- 2) Характеристика агарикоидных гомобазидиомицетов.
- 3) Токсины агарикоидных грибов.
- 4) Правила безопасности при употреблении грибов в пищу.
- 5) Выращивание агарикоидных грибов.
- 6) Что такое микориза и какие типы микориз выделяют.
- 7) Строение плодовых тел афиллофороидных грибов.
- 8) Использование афиллофороидных грибов в биотехнологии.
- 9) Гастероидные гомобазидиомицеты. Общая характеристика.
- 10) Строение плодового тела представителей с влажной глебой на примере *Phallus impudicus*.

Занятие 15: Лихенизированные грибы (Лишайники) и Слизевики

- 1) Перечислите доказательства «двойственной» природы лишайников.
- 2) Варианты анатомической организации строения талломов лишайников.
- 3) Особенности экологии лишайников.
- 4) Способы бесполого размножения лишайников.
- 5) Бесполое и половое размножение лихенизированных грибов.
- 6) Лихенометрия и лихеноиндикация.
- 7) Представленность слизевиков в разных макротаксономических группах.
- 8) Жизненный цикл миксомицетов.
- 9) Жизненный цикл диктиостелиомицетов.
- 10) Жизненный цикл плазмодиофорид на примере *Plasmodiophora brassicae*.

Примеры экзаменационных билетов

- 1) Строение хлоропласта и его происхождение. Две эволюционные линии, приведших к возникновению хлоропласта. Зеленая и красная фотосинтетическая линии. Примеры вторичного эндосимбиоза. Сравнительная характеристика строения хлоропласта в разных группах водорослей. Хлоропласты динофитовых водорослей. Примеры организмов, использующих эндосимбионтов, которые не превратились в хлоропласты.
- 2) Класс Леоциомикеты (*Leotiomycetes*), пор. Леоциевые (*Leotiales*). Общая характеристика. Строение плодовых тел и сумок. Образ жизни. Практически важные паразитические формы. *Sclerotinia*.

Билет № 17

- 1) Пор. Улотриховые (*Ulothrichales*). Общая характеристика. Размножение, распространение и экология. Особенности жизненного цикла. *Ulothrix*.
- 2) Место грибов в системе органического мира. Особенности питания и распространения. Распространение в природе, сапротрофные, паразитные и симбиотические формы.

Критерии оценивания

Оценка отлично (10 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (8 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5 баллов) - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно (4 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2 балла) - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1 балл) - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При проведении устного экзамена студенту предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать одного астрономического часа.