

Краткие методические указания по изучению учебной дисциплины «Ботаника», раздел «Альгология и микология»

Свирид А.А.

Уважаемые студенты, Вы приступаете к изучению учебной дисциплины Ботаника. Дисциплина «Ботаника» предусмотрена общеобразовательным стандартом и базовым учебным планом подготовки студентов по специальностям 1-02 04 01 Биология и химия и 1-02 04 02 Биология и география. Учебная дисциплина **Ботаника** входит в цикл специальных дисциплин Государственный компонент и состоит из четырех разделов: Альгология и микология, Анатомия растений, Морфология растений, Систематика растений.

Прежде всего, познакомимся с **требованиями образовательного стандарта Республики Беларусь**. На освоение ботаники Типовой учебный план отводит следующий объем работы (в часах): всего 284, из них аудиторные занятия составляют 190 и самостоятельная работа студентов – 94 часа. В часы, отводимые на самостоятельную работу по учебной дисциплине, включается время, предусмотренное на подготовку к экзаменам. Числовой способ выражения трудоемкости учебной работы студента, основанный на достижении результатов обучения, обозначается как «**Зачетная единица**». Одна зачетная единица соответствует 36–40 академическим часам. Трудоемкость учебной работы студента для достижения результатов обучения учебной дисциплине «Ботаника» выражается в 6,5 зачетных единицах.

В пункте 7.5 **образовательного стандарта** изложены требования к обязательному минимуму содержания учебных программ и компетенциям по учебным дисциплинам

Обязательный минимум содержания учебной дисциплины «Ботаника» и требования к знаниям, умениям и владениям представлены ниже.

Ботаника

Грибы и грибоподобные организмы. Лишайники как биологическая группа лишенизированных грибов. Водоросли как совокупность ряда самостоятельных отделов фотосинтезирующих талломных организмов. Строение, размножение, способы питания, экология и распространение, классификация, значение в природе и жизни человека.

Растительные ткани: образовательные, покровные, механические, проводящие, основные и выделительные. Вегетативные органы растения. Первичное строение корня. Вторичное строение корня. Стебель. Типы первичной и вторичной структуры стебля двудольных, однодольных покрытосеменных и голосеменных растений. Стеллярная теория. Лист. Анатомическое строение листа двудольных, однодольных и голосеменных растений. Генеративные органы растений. Спорогенез. Гаметогенез. Двойное оплодотворение у цветковых растений. Апомиксис. Строение семян однодольных и двудольных растений.

Морфология растений. Вегетативные органы растений. Корень и корневые системы. Строение побега. Типы побегов. Строение почки. Типы почек. Нарастание и системы ветвления побегов. Лист. Морфология листа. Простые и сложные листья. Дробление листовой пластинки. Жилкование. Разнообразие листьев. Листорасположение. Специализация и метаморфоз побегов. Надземные и подземные метаморфозы побегов. Метаморфозы корней. Метаморфоз листьев. Бесполое и половое размножение растений. Типы естественного и искусственного вегетативного размножения растений. Спорофит. Гаметофит. Закономерности циклов развития основных групп растений. Строение соцветия. Типы соцветий. Общие закономерности строения цветка. Многообразие цветков. Андроцей. Гинецей. Завязь. Семязачаток. Формула и диаграмма цветка. Опыление: автогамия и аллогамия. Приспособления к опылению. Семя. Морфологические типы семян. Проросток. Надземное и подземное прорастание семян.

Образование и строение плодов. Морфологическая и морфогенетическая классификации плодов. Распространение плодов и семян.

Отделы: Моховидные, Риниофиты, Псилотофиты, Плауновидные, Хвоцевидные, Папоротниковидные. Голосеменные. Покрытосеменные. Общая характеристика, классы, порядки, семейства, специфика строения и размножения.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- происхождение, строение и принципы функционирования растительных тканей;
- микро-, макроструктуру и выполняемые функции вегетативных (стебля, корня и листа) и генеративных (цветка, плода и семени) органов растений;
- способы бесполого и полового размножения, особенности циклов развития отделов грибов, водорослей и растений;
- структурно-функциональная организация и общие эволюционные закономерности развития отделов водорослей, грибов, лишайников, моховидных, плауновидных, хвоцевидных, папоротниковидных, голосеменных и покрытосеменных растений.

уметь:

- использовать микроскопическое оборудование для изучения внутреннегостроения организмов различных таксономических групп (водоросли, грибы, лишайники и растения);
- владеть навыками приготовления временных и постоянных препаратов органов и тканей и составлять их характеристику;
- устанавливать видовую принадлежность грибов, лишайников, водорослей и растений, используя определители, и оценивать значение их в природе и жизни человека;
- составлять схемы жизненных циклов и анализировать их с позиций приспособления организмов к определенной среде обитания и форме существования.

владеть:

- знаниями об особенностях морфологии, экологии, размножения и географического распространения растений, водорослей, грибов и лишайников; их роли в природе и хозяйственной деятельности человека;
- методиками анализа и оценки результатов лабораторных и полевых исследований;
- методикой определения растений, морфологического описания растений; навыками техники безопасности при работе в биологической лаборатории и в природе.

Освоение образовательной программы учебной дисциплины «Ботаника» должно обеспечить **формирование следующих групп компетенций:**

- **академических компетенций**, включающих знания и умения по изученным учебным дисциплинам, умение учиться;
- **социально-личностных компетенций**, включающих культурно-ценностные ориентации, знание идеологических, нравственных ценностей общества и государства и умение следовать им;
- **профессиональных компетенций**, включающих способность решать задачи, разрабатывать планы и обеспечивать их выполнение в избранной сфере профессиональной деятельности.

Компетенция – знания, умения, опыт и личностные качества, необходимые для решения теоретических и практических задач.

Компетентность – выраженная способность применять свои знания и умения (СТБ ИСО 9000-2006).

Для учебной дисциплины «Ботаника» в учебном плане установлены следующие виды деятельности: теоретическое обучение на протяжении 4-х семестров, два экзамена (первый и четвертый семестры) и два зачета (второй и третий семестр), учебная практика после первого и второго курсов.

Типовым учебным планом для теоретического обучения и практики по дисциплине «Ботаника» предусмотрено формирование следующих компетенций, расшифрованных в таблице.

Таблица: Состав компетенций, их коды и требования к ним

Группа	Код	Требования к компетенциям
Теоретическое обучение учебной дисциплине «Ботаника»		
Академическая компетенция	АК-1	Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
	АК-2	Владеть системным и сравнительным анализом.
	АК-3	Владеть исследовательскими навыками.
	АК-4	Уметь работать самостоятельно.
	АК-6	Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
	АК-7	Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
	АК-8	Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
	АК-9	Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.
	АК-10	Уметь осуществлять учебно-исследовательскую деятельность.
	Социально-личностные компетенции	СЛК-1
СЛК-2		Быть способным к социальному взаимодействию.
СЛК-3		Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
СЛК-4		Владеть навыками здоровьесбережения.
СЛК-5		Быть способным к критике и самокритике.
СЛК-6		Уметь работать в команде.
СЛК-7		Быть способным к осуществлению самообразования и самосовершенствования профессиональной деятельности.
Практикуемые (14 недель): – по ботанике (2,5 недели)		
АК-3	Владеть исследовательскими навыками.	
АК-4	Уметь работать самостоятельно.	
СЛК-6	Уметь работать в команде.	
СЛК-7	Быть способным к осуществлению самообразования и самосовершенствования профессиональной деятельности.	
Профессиональные компетенции – Обучающая деятельность		
ПК-1-О	– эффективно реализовывать обучающую деятельность.	
ПК-3-О	– использовать оптимальные методы, формы, средства обучения.	
Профессиональные компетенции – Воспитательная деятельность		
ПК-1-В	эффективно реализовывать воспитательную деятельность.	
ПК-2-В	использовать оптимальные методы, формы, средства воспитания.	
Профессиональные компетенции – Развивающая деятельность		
ПК-2-Р	– развивать навыки самостоятельной работы обучающихся с учебной, справочной, научной литературой и др. источниками информации.	
Профессиональные компетенции – Ценностно-ориентационная деятельность		
ПК-4-ЦО	– осуществлять самообразование и самосовершенствование профессиональной деятельности.	

Раздел «Альгология и микология» учебной дисциплины «Ботаника»

На изучение раздела Альгология и микология предусмотрено **50** часов аудиторных и 62 часа самостоятельной работы (3 зачетные единицы). Реально, как показывает опыт, на самостоятельную работу приходится в зависимости от уровня подготовленности студента, до 100 часов. Аудиторные часы распределены следующим образом: – 26 ч. лекции, 18 ч. лабораторные занятия, 6 часов семинары. В зимнюю сессию – экзамен.

Темы, рассматриваемые в процессе изучения дисциплины, позволят Вам, студенты, овладеть основами фундаментальных и практических знаний в области таких современных биологических наук, как альгология, микология, лишенология.

Целью изучения раздела «Альгология и микология» является формирование системы знаний о многообразии водорослей, грибов и грибоподобных организмов, лишайников во взаимосвязи их структурно-функциональной организации, биологии, образа жизни, экологии, эволюции, распространения, значения в природе и практического использования в хозяйственной деятельности человека.

К основным задачам раздела относятся:

- изучение морфолого-биологических характеристик основных таксонов водорослей, грибов и лишайников, принципов их классификации, распространения и роли в природных экосистемах;
- изучение способов бесполого и полового размножения, закономерностей онтогенеза, циклов развития и направления эволюции различных систематических групп грибов, водорослей и лишайников;
- развитие умений и навыков определения таксонов водорослей, грибов и лишайников на макроскопическом и микроскопическом уровнях, их характеристики, понимание путей рационального использования и охраны.

ТРЕБОВАНИЯ К ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ

Т.к., **компетенция** – это знания, умения, опыт и личностные качества, необходимые для решения теоретических и практических задач, ниже перечислим основные требования к знаниям и умениям студентов в ходе изучения раздела «Альгология и микология» учебной дисциплины «Ботаника».

*В результате изучения раздела «Альгология и микология» учебной дисциплины «Ботаника» студент должен **знать:***

- предмет, объект, методы исследования и задачи наук альгология и микология;
- понятие о водорослях как совокупности ряда самостоятельных отделов фотосинтезирующих талломных организмов, объединяемых в несколько филогенетических групп ранга царство;
- понятие о грибах как особой морфо-эколого-трофической группе гетеротрофных осмотрофных преимущественно мицелиальных организмах;
- понятие о грибах, как особом монофилетичном Царстве Mycota;
- понятие о лишайниках как биологической группе лихенизированных грибов;
- понятие о грибоподобных организмах отдела Oomycota, сходных с грибами морфо-эколого-трофически, но имеющих родственные связи с хромобионтными водорослями и относящиеся к царству Chromista;
- понятие о слизевиках как особой эколого-трофической группе гетеротрофных организмов, на вегетативной (трофической) стадии, живущих подобно амебам, на репродуктивной – формирующих спороносные структуры подобно грибам, но разные по происхождению и родственным связям (В XIX веке А. Де Барии назвал их «грибоживотными» – Mucetozoa);
- строение талломов водорослей, грибов, лишайников и направления их эволюции;
- строение клеток водорослей и грибов;
- состав клеточных оболочек, запасных веществ, пигментов указанных групп организмов;
- способы бесполого и полового размножения;
- строение органов полового и бесполого размножения;
- типы и способы половых процессов;
- строение спороносных структур и плодовых тел;
- особенности циклов развития отделов грибов, водорослей;
- место мейоза в циклах развития;
- чередование стадий и ядерных фаз в течение цикла развития;
- общие эволюционные закономерности развития отделов водорослей, грибов, лишайников;
- строение, размножение и жизненные циклы важнейших представителей, указанных в списке приложения полужирным начертанием

уметь:

- изучать макроскопические объекты (талломы, плодовые тела, растения, пораженные грибными болезнями) визуально и с помощью лупы и давать им характеристику;

- распознавать группы талломных организмов по внешним признакам строения их тела, структур размножения (спороншения, плодовые тела, вегетативные структуры – соредии, изидии, клубеньки), пораженных частей растений;
- использовать оптические приборы (лупы, бинокляры, микроскопы) при изучении биологических объектов;
- готовить временные препараты и изучать их для составления характеристики;
- определять тип таллома, форму клеток (соотношение диаметра к высоте) на временном препарате, находить ядро, хлоропласты, оболочку;
- схематически рисовать общий вид талломов и клеток, хлоропласта;
- распознавать состояние клеток в талломе (интерфазное, состояние митотического деления, цитокинез);
- устанавливать видовую принадлежность грибов, лишайников, водорослей, используя определители, и оценивать значение их в природе и жизни человека;
- составлять схемы жизненных циклов и анализировать их с позиций приспособления организмов к определенной среде обитания и форме существования.

владеть:

- знаниями об особенностях морфологии, экологии, размножения и географического распространения водорослей, грибов и лишайников, их роли в природе и хозяйственной деятельности человека;
- методиками анализа и оценки результатов лабораторных и полевых исследований;
- методикой определения групп водорослей, грибов и лишайников и морфологического и анатомического описания;
- навыками техники безопасности при работе в биологической лаборатории и в природе.

Методы и методические приемы, необходимые для овладения содержанием дисциплины Ботаника (альгология и микология) и приобретения необходимых компетенций

1. Осознанное, мотивированное запоминание на лекции. Умение слышать, а не только слушать. Мобилизация имеющихся знаний и пополнение их новыми сведениями. Четко и конкретно ответить на вопрос, выходя из аудитории: Что я узнал нового? Можно подчеркивать красным цветом или ставить любые привлекательные символы.

2. Работа с учебником и имеющейся дополнительной литературой. Возможно использование интернет или электронных учебников. При этом делать краткие записи в лекционной тетради или выписки в отдельной тетради.

3. Подготовка к лабораторным и семинарским занятиям, выполнение самостоятельной работы.

4. Заполнение сравнительных таблиц по отделам грибов и водорослей. (Образцы таблиц смотри ниже)

Таблица 1. Краткая характеристика отделов водорослей

Отделы, классы	Строение таллома	Строение клетки: оболочка, хлоропласты	Пигменты и запасные вещества	Бесполое размножение	Половой процесс	Циклы развития	Представители
----------------	------------------	--	------------------------------	----------------------	-----------------	----------------	---------------

Возможно, составить более подробные таблицы (табл. 2). Характеристики можно записать в горизонтальных рядах, а в вертикальных столбцах представить наименование отделов.

Таблица 2. Характеристика отделов водорослей

Признаки/ Отдел	Зеленые	Харовые	Бурые	Красные
Латинское название				
число классов				
число видов				
среда обитания				
таллом				
оболочка клетки (строение)				
оболочка клетки (состав)				
внешняя форма хлоропластов				
внутреннее строение				
пиреноид				
происхождение хлоропластов				
пигменты				
окраска				
запасные вещества				
типичные особенности				
бесполое размножение				
половой процесс				
тип жизненного цикла				
смена поколений				
классификация				
представители				
практическое значение				

Эвгленовые; Золотистые; Желто-зеленые; Диатомовые; Криптофитовые; Динофитовые.

Таблица 3. Краткая характеристика отделов царства Грибы (Mycota).

Отделы, классы	Строение вегетативного тела	Цитологические и биохимические особенности	Бесполое размножение, тип митоспороношей	Половой процесс	Половые, или мейоспороношения	Тип плодового тела	Представители
----------------	-----------------------------	--	--	-----------------	-------------------------------	--------------------	---------------

Таблица 4. Характеристика отделов грибов и грибоподобных организмов

Признаки + Отдел	Хитридиомицота	Зигомикотоа	Аскомицота	Базидиомицота
Латинское название				
число классов				
число видов				
среда обитания				
таллом				
оболочка клетки (строение)				
оболочка клетки (состав)				
жгутиковая стадия				
запасные вещества				
типичные особенности				
бесполое размножение				
половой процесс				
тип жизненного цикла				
классификация				
представители				
практическое значение				

Царство Chromista. Отдел Oomycota. Царство Protozoa. Отделы: Мухомycota, Plasmodiophoromycota, Dictyosteliomycota, Acrasiomycota.

5. При подготовке к лабораторным занятиям составлять по материалам учебников и лекций краткие записи в табличном или ином варианте по особенностям строения тела и клетки, биологии, экологии, циклов развития некоторых видов грибов и водорослей, важных в теоретическом или практическом плане.

Таблица 5. Сравнительная обобщающая таблица по разнообразию видов грибов

Представители	Положение в системе	Особенности					Значение и образ жизни
		Вегетативное тело	Плодовое тело	Бесполое размножение	Половой процесс и половое спороношение	Цикл развития	

6. Составление классификационных схем. Ведение терминологического словаря.

8. Творческое участие в подготовке и проведении внеаудиторных мероприятий и учебных конференций.

9. Выполнение заданий из учебного пособия «Атлас контроля знаний» и обобщающих заданий тематики «Развитие общебиологических понятий в курсе «Альгология и микология».

10. При характеристике изучаемых под микроскопом препаратов водорослей использовать следующий план.

- Назвать вид водоросли и положение в системе.
- Охарактеризовать строение таллома: тип таллома, внешний вид таллома, каким образом расположены клетки в талломе.
- Строение клеток: соотношение диаметра к высоте клетки, строение оболочки, строение и положение хлоропластов, пиреноид.
- Состояние клеток в талломе: в стадии вегетации, в стадии деления: только начало деления без перегородки между дочерними клетками, в конце деления, когда намечается формирование клеточной оболочки между дочерними клетками.
- Указать способ роста многоклеточного таллома: диффузный, верхушечный, вставочный.
- Указать способы бесполого (вегетативного и спорового) размножения, тип и способ полового процесса, место оплодотворения и формирования зиготы, последующее состояние зиготы. Способы переживания неблагоприятного периода. Каким образом появляется дочерний организм

следующего поколения с иными генетическими признаками? Каким образом новый дочерний организм следующего поколения начинает размножаться при благоприятных условиях, становясь родительским?

- Краткая характеристика последовательных этапов в жизненном цикле вида. Наименование жизненного цикла по наиболее продолжительной ядерной стадии? Местообитание вида. Приспособления к образу жизни. Распространение. Значение в природе и использование.

План описания грибов в лаб. альбомах:

1. Положение в системе (латынь)
2. Русское название
3. Сапротроф или паразит с указанием названия болезни
4. Как выглядит больное растение или внешний вид гриба, т.е., что видим невооруженным глазом (плесневый налет пушистый, бархатистый, пятна, склероции, плодовые тела и т.д.)
5. Вегетативное тело гриба (строение, место жизни, продолжительность активной жизнедеятельности)
6. Размножение (бесполое, половой процесс, половое спороношение)
7. Цикл развития (указать последовательность стадий, внешне различающихся; указать ядерные состояния $2n$, $n+n$ и место их перехода – М!, П – плазмोगамия, К – кариогамия; назвать цикл развития по наиболее длительной ядерной фазе)
8. Что будем изучать:
 - а – внешний вид больного растения; внешний сапротрофа на субстрате; внешний вид бесполого спороношения; внешний вид плодового тела,
 - б – микроскопические препараты: мицелий, бесполое спороношение, половое спороношение, плодовое тело
9. Что зарисовать: элементы строения и схему жизненного цикла.

ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНЫХ ИЗДАНИЙ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ БОТАНИКА (РАЗДЕЛ АЛЬГОЛОГИЯ И МИКОЛОГИЯ)

Основная литература

1. Альгология и микология: учеб. Пособие / А.С.Шуканов [и др.]. – Минск: БГУ, 2009. – 423 с.
2. Ботаника: Курс альгологии и микологии: Учебник / Под ред. Ю.Т. Дьякова. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 550 с. – (Классический университетский учебник).
3. Гарибова, Л.В., Лекомцева, С.Н. Основы микологии: морфология и систематика грибов и грибоподобных организмов. Учебн. пособие. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005.
4. Кавцевич, В.Н. Лабораторный практикум по альгологии. / В.Н. Кавцевич, А.А. Свирид, И.Э. Бученков. — Минск, 2004.
5. Курс низших растений: Учебник для студентов ун-в. /Под ред. М.В. Горленко.— М., 1981.
6. Свирид А.А. Атлас контроля знаний по микологии и альгологии: пособие / А.А. Свирид, А.В. Деревинский, И.В. Бученков. – Минск: БГПУ, 2011. – 192 с.
7. Свирид, А.А. Микология и лишенология. Лабораторный практикум. / А.А. Свирид, В.Н. Кавцевич, А.В. Деревинский, А.А. Деревинская. — Минск, 2007.
8. Белякова Г.А. Ботаника: в 4 т. Т. 1. Водоросли и грибы : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г.А. Белякова, Ю.Т. Дьяков, К.Л. Тарасов – М.: Издательской центр «Академия», 2006.
9. Белякова Г.А. Ботаника: в 4 т. Т. 2. Водоросли и грибы : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г.А. Белякова, Ю.Т. Дьяков, К.Л. Тарасов – М.: Издательской центр «Академия», 2006 – 320 с.
10. Стрельская, О.Я. Низшие растения. Систематика. / Под. ред. акад. Н.А. Дорожкина. — Минск: Вышэйшая школа, 1985.

Дополнительная

1. Альгология и микология. летняя учебная практика: Учебное пособие / А.С. Шуканов и др. – Минск, 2007.
2. Бученков, И.Э. Учебно-полевая практика по ботанике. Альгология, лишенология. / И.Э. Бученков, В.Н. Кавцевич, А.А. Свирид. — Минск, 2004.
3. Бученков, И.Э. Учебно-полевая практика по ботанике. Микология. / И.Э. Бученков, А.А. Свирид, В.Н. Кавцевич. — Минск, 2005.
4. Водоросли. Справочник / Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. – Наук.думка, 1989. – 608 с.
5. Горленко М.В., Гарибова Л.В., Сидорова И.И. и др. Все о грибах. – М.: Лесная промышленность, 1986.
6. Жизнь растений в 6 т. Т.2 Грибы /Под ред. М.В. Горленко. – М.: Просвещение, 1976.
7. Жизнь растений в 6 т. Т.3 Водоросли / Под ред. М.М. Голлербаха. – М.: Просвещение, 1977.
8. Лемеза Н.А., Шуканов А.С. Малый практикум по низшим растениям. – Минск: изд-во Універсітэцкае, 1994 и 2008 г.
9. Микология: основные понятия и термины. – Мн.: БГУ, 2004
10. Саут, Р. Основы альгологии. / Р Саут, А Уиттик. — М., 1990.

Список дополнительной литературы по лишайникам:

1. Г. Бязров Лишайники в экологическом мониторинге. – М.: Научный мир, 2002. – 336
2. Голубкова Н.С. К вопросу о происхождении и путях эволюции лишайникового симбиоза // новости систематики низших растений. СПб.: Наука, 1993. Т. 29. С. 84-104.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

Источники Интернет:

Сайт: популярный сайт о фундаментальной науке <http://elementy.ru/>

1. Научный центр «Академгородок», Новосибирск: <http://www.nsc.ru/>
2. Базы данных "Лотус" <http://www.florin.ru/florin/db/lotus.htm>
3. Всероссийский институт научной и технической информации РАНЕИ:
<http://www.viniti.msk.su/>
4. Государственные научные центры России
<http://www.extech.msk.su/gnc/vxod.htm>
5. Долгосрочные исследовательские гранты, США: <http://www.friends-partners.org/fp/friends/search/isf.html>
6. Издательский дом "Питер", заказ книг: <http://www.piter-press.ru/> по электронной почте
Этот адрес электронной почты скрывается от разных спамерских поисковых роботов.
Чтобы увидеть ее нужно активировать Ява-скрипт..
7. Институт биоорганической химии: <http://www.siobc.ras.ru/>
8. Институт молекулярной биологии им.Энгельгардта, Москва: <http://www.eimb.rssi.ru/>
9. Институт физико-химической биологии им. Белозерского МГУ:
<http://www.genebee.msu.su/>
10. Институт цитологии и генетики, Новосибирск: <http://www.bionet.nsk.su/>
11. Международный научный фонд (фонд Сороса): <http://www.isf.ru/>
12. Международный центр научно-технической информации: <http://www.icsti.su/>
13. Морские лаборатории: <http://www.ocean.ru/>
14. Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова: <http://www.msu.ru/>
16. Научная библиотека МГУ: <http://www.lib.msu.su/>
17. Научные исследования в МГУ: <http://www.msu.ru/win/sci/home.html>
18. Российская Академия наук:
<http://www.ras.ru/>
<ftp://ftp.ras.ru/>
<gopher://gopher.ras.ru/>
20. Русский фонд фундаментальных исследований: <http://www.rfbr.ru/>
21. Санкт-петербургский государственный университет: <http://www.pu.ru/>