

СОСТАВИТЕЛИ:

Владимир Васильевич Лысак, декан биологического факультета Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

Ольга Валентиновна Фомина, доцент кафедры микробиологии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра биотехнологии и биоэкологии Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»;

Светлана Леонидовна Василенко, заведующий лабораторией микробиологических исследований и коллекции промышленных микроорганизмов отдела биотехнологий Республиканского унитарного предприятия «Институт мясо-молочной промышленности», кандидат биологических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой микробиологии Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 20 сентября 2012 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 27 сентября 2012 г.);

Научно-методическим советом по биологии, биохимии и микробиологии Учебно-методического объединения по естественному образованию (протокол № 15 от 12 октября 2012 г.).

Ответственный за редакцию: Ольга Валентиновна Фомина

Ответственный за выпуск: Ольга Валентиновна Фомина

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по дисциплине «Систематика микроорганизмов» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени по специальности 1-31 01 03 «Микробиология».

Систематика микроорганизмов является одним из разделов микробиологии, изучение которого позволит студентам получать глубокие, системные знания о мире микроорганизмов, их свойствах, распространении и роли в природе, характерных особенностях процессов жизнедеятельности, а также об их значении для человека. Обучающиеся смогут свободно ориентироваться в большом разнообразии таксономических групп микроорганизмов, у них сформируются четкие современные представления о систематике и номенклатуре этих организмов, их морфологии и строении клеток, физиолого-биохимических особенностях и циклах развития. В курсе также рассматриваются вопросы потенциального использования микроорганизмов в научных исследованиях и практической деятельности человека.

Разделы программы позволят студентам составить мнение о разных группах микроорганизмов и сформировать общее представление о микроорганизмах в целом. Представленный материал призван обеспечить достаточный уровень знаний у современных специалистов-микробиологов, имеющих не только должную теоретическую подготовку, но и способных применять свои знания на практике.

Предлагаемый для изучения материал группируется и рассматривается таким образом, что в одних случаях характеризуются отдельные таксономические группы микроорганизмов, а в других – их определенные физиологические группы. Это обусловлено тем, что среди микроорганизмов сложно выделить наиболее интересные, важные или полезные. Все известные виды представляют существенный научный и практический интерес, выполняя свои функции и занимая свою экологическую нишу.

Курс «Систематика микроорганизмов» связан с дисциплинами «Основы ботаники», «Основы зоологии», «Культивирование микроорганизмов», «Структурная организация клеток микроорганизмов».

Цель курса – сформировать у студентов представление об особенностях жизнедеятельности и организации прокариотических и эукариотических микроорганизмов и их положении в общей системе органического мира.

Задачи:

- рассмотреть принципы и подходы, используемые в современной классификации микроорганизмов;
- ознакомить с общей характеристикой основных высших таксонов и современными представлениями о систематике и номенклатуре микроорганизмов;

- изучить физиолого-биохимические, морфологические, генетические, экологические особенности и роль в природе представителей важнейших групп микроорганизмов;

- оценить возможности потенциального использования прокариотических и эукариотических микроорганизмов в научных исследованиях и практической деятельности человека.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен

знать:

- критерии систематики;

- современную филогенетическую и фенотипическую классификацию микроорганизмов;

- характеристику основных групп микроорганизмов и их представителей;

- роль микроорганизмов в круговороте веществ, почвообразовательных процессах и плодородии почвы, в переработке отходов производств и детоксикации веществ;

- использование микроорганизмов на практике;

уметь:

- ориентироваться в многообразии мира микроорганизмов, дифференцировать различные таксономические группы микроорганизмов;

- идентифицировать микроорганизм до вида;

- применять полученные знания и практические навыки при изучении других микробиологических дисциплин;

- применять полученные знания в дальнейшей практической деятельности.

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения, реализуемые на лекционных и лабораторных занятиях;

- компетентностный подход, реализуемый на лекциях, лабораторных занятиях и при организации самостоятельной работы студентов;

- учебно-исследовательская деятельность, реализуемая на лабораторных занятиях;

- рейтинговая и блочно-модульная система оценки знаний.

При чтении лекционного курса необходимо применять технические средства обучения для демонстрации слайдов и презентаций.

При организации самостоятельной работы студентов по курсу следует использовать комплекс учебных и учебно-методических материалов. Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, тестового компьютерного контроля по темам и разделам курса. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование накопительной рейтинговой системы.

Программа учебного курса рассчитана на 118 часов, в том числе 54 часа аудиторных занятий: 36 – лекционных, 18 – лабораторных.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Аудиторные часы		
		Всего	Лекции	Лабораторные занятия
1.	Введение	4	4	-
2.	Прокариотические микроорганизмы	26	16	10
3.	Эукариотические микроорганизмы	24	16	8
	ИТОГО:	54	36	18

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. ВВЕДЕНИЕ

Общая характеристика микроорганизмов. Основные отличия клеток эукариотических микроорганизмов от прокариотических. Важнейшие группы микроорганизмов и научное обоснование отнесения простейших, микроскопических водорослей, грибов и грибоподобных организмов к эукариотическим микроорганизмам.

Традиционная и современная классификационные схемы микроорганизмов. Принципы систематики. Филогенетическая (естественная) и фенотипическая (искусственная) классификация. Критерии систематики. Генетические критерии систематики: определение относительного содержания ГЦ-пар в ДНК, гибридизация нуклеиновых кислот, определение нуклеотидных последовательностей в молекулах ДНК или РНК (секвенирование), применение генных (ДНК-зондов), полимеразная цепная реакция, рестрикционный анализ ДНК, методы генетического анализа. Фенотипические критерии систематики. Серологические критерии систематики.

2. ПРОКАРИОТИЧЕСКИЕ МИКРООРГАНИЗМЫ

Фототрофные бактерии. Основные свойства фототрофных бактерий. Систематика. Практическое значение. Оксигенный фотосинтез у цианобактерий и прохлорофит. Аноксигенный фотосинтез у зелёных и пурпурных бактерий, гелиобактерий. Фотореакции у пурпурных и зеленых бактерий. Пути фиксации углекислого газа фотосинтезирующими бактериями. Пурпурные бактерии, их характеристика, систематика и распространение в природе. Зеленые бактерии, их характеристика, систематика и распространение в природе. Гелиобактерии: систематика и распространение в природе. Цианобактерии: характеристика биологических свойств и физиологические особенности. Прохлорофиты. Галобактерии. Бесхлорофильный фотосинтез у галобактерий.

Хемолитотрофные бактерии. Основные группы хемолитотрофных бактерий. Распространение и роль в природе. Нитрифицирующие бактерии, их характеристика. Процесс нитрификации и его роль в круговороте веществ в природе. Характеристика бесцветных серобактерий, их распространение в природе. Железобактерии, их характеристика. Механизм окисления железа. Водородные и карбоксидобактерии, их характеристика и распространение в природе.

Семейство *Pseudomonadaceae*: систематика, основные свойства важнейших представителей. Род *Pseudomonas*. Систематика. Биохимические особенности рода *Pseudomonas*. Роль в природе и практическое значение. Бактерии рода *Pseudomonas* – продуценты пигментов и антибиотических веществ.

Семейство *Enterobacteriaceae*: систематика, основные свойства важнейших представителей. Распространение в природе. Брожение смешанного типа. Характеристика представителей рода *Escherichia*. Бактерии *E.coli* – объекты интенсивного лабораторного исследования. Характеристика бактерий родов *Shigella*, *Salmonella*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Proteus*, *Serratia*, *Hafnia*, *Edwardsiella*, *Yersinia*, *Morganella*, *Providencia*, *Pantoea*, *Erwinia*, *Enterobacter*, *Pectobacterium*, *Dickeya*.

Азотфиксирующие бактерии. Свободноживущие, симбиотические и ассоциативные азотфиксирующие бактерии: систематика, характеристика, распространение в природе. Практическое значение азотфиксирующих бактерий, их роль в круговороте азота в природе. Химизм фиксации молекулярного азота. Генетический контроль фиксации молекулярного азота у бактерий.

Грамположительные бактерии, образующие эндоспоры: систематика, характеристика, распространение в природе и практическое значение. Патогенные представители.

Молочнокислые бактерии: систематика, характеристика, распространение в природе и практическое значение. Молочнокислое брожение. Патогенные представители и их факторы вирулентности.

Коринеформные бактерии: систематика, характеристика, распространение в природе и практическое значение.

Пропионовокислые бактерии: систематика, характеристика, распространение в природе и практическое значение. Пропионовокислое брожение.

Актиномицеты: систематика актиномицетов и характеристика их биологических свойств. Нокардиоформные актиномицеты, актинопланы,

стрептомицеты, мадурамицеты, роды с многогнездными спорангиями и другие актиномицеты. Распространение, роль в природе и практическое значение.

Микобактерии: систематика, характеристика, распространение в природе. Патогенные представители микобактерий. Факторы вирулентности.

Микоплазмы: систематика и биологические свойства. Факторы вирулентности фитопатогенных микоплазм и микоплазм патогенных для человека и животных. Распространение в природе. Практическое значение.

Архебактерии. Отличие архебактерий от эубактерий. Характеристика основных физиологических групп архебактерий (метаногенных бактерий; анаэробных серовосстанавливающих бактерий; экстремальных термофилов, метаболизирующих молекулярную серу; термоацидофильных микоплазм и экстремально галофильных бактерий). Распространение и роль в природе, практическое использование.

Метилотрофные бактерии. Общая характеристика метилотрофных бактерий. Распространение в природе. Систематика и основные свойства облигатных метилотрофных бактерий. Систематика и основные свойства факультативных метилотрофных бактерий. Ассимиляция одноуглеродных соединений метилотрофными бактериями по рибулозомонофосфатному, рибулозобифосфатному и сериновому путям. Практическое значение метилотрофных бактерий.

3. ЭУКАРИОТИЧЕСКИЕ МИКРООРГАНИЗМЫ

Гетеротрофные протисты как объекты микробиологии. Краткая характеристика основных групп простейших в соответствии с современной классификацией; их клеточное строение, способы размножения, жизненные циклы, физиолого-биохимические особенности, основные типы питания и области распространения на примере важнейших представителей каждого типа. Протисты как объект научных исследований и их практическое значение.

Микроскорические водоросли. Общая характеристика микроскопических водорослей как эукариотических микроорганизмов. Основные признаки, отличающие водоросли от высших растений и животных. Структурное разнообразие водорослей, организация фотосинтетического аппарата, способы размножения, места обитания. Систематическое положение и краткая характеристика основных отделов микроскопических водорослей с учетом их морфологических и физиологических особенностей и циклов развития. Использование одноклеточных водорослей как модельных объектов в научных исследованиях. Значение водорослей в народном хозяйстве.

Грибоподобные организмы

Настоящие слизевики. Прimitивная организация группы микроорганизмов, близких к грибам, и их систематика. Особенности строения и качественный состав вегетативного тела слизевиков. Плазмодий и склероций. Особенности полового и бесполого размножения слизевиков. Сапротрофные и фитопатогенные формы миксомицетов.

Плазмодиофоромикоты. Общая характеристика плазмодиофоромикот как облигатных внутриклеточных паразитов. Систематическое положение. Стадии и особенности циклов развития важнейших представителей. Паразитический плазмодий. Практическое значение наиболее вредоносных видов.

Диктиостелиевые как низко организованные микроорганизмы. Систематическое положение, стадии и особенности трофической и расселительных стадий жизненного цикла. Строение вегетативного тела и особенности размножения. Формирование псевдоплазмодия. Роль в природе, хищные формы. Значение наиболее изученных представителей данного отдела эукариотических микроорганизмов.

Акразиевые как низко организованные микроорганизмы. Систематика, стадии и особенности развития, внешнее сходство и существенные отличия от истинных миксомицетов и диктиостелиевых. Псевдоплазмодий и плодовые тела. Циклы развития и значение акразиевых.

Лабиринтуломикоты. Общая характеристика и систематика отдела. Строение вегетативного тела и его основные формы: сетчатый плазмодий и одноклеточные талломы. Особенности бесполого размножения. Циклы развития и особенности жизнедеятельности важнейших представителей отдела. Научное и практическое значение.

Гифохитридиомикоты. Общая характеристика и систематика отдела. Строение вегетативного тела, типы талломов, особенности полового и бесполого размножения, строение и состав оболочки клеток, среда обитания. Циклы развития и особенности жизнедеятельности важнейших представителей отдела. Значение некоторых гифохитридиевых, являющихся активными внутриклеточными паразитами.

Оомикоты. Общая характеристика и систематика отдела. Строение вегетативного тела, особенности полового и бесполого размножения, строение и состав оболочки клеток, среда обитания. Циклы развития и особенности жизнедеятельности важнейших представителей отдела. Экономическая важность некоторых оомикот, являющихся активными паразитами высших растений и животных.

Грибы

Основные принципы и важнейшие признаки, лежащие в основе систематики грибов (особенности организации вегетативного тела, химический состав клеточных стенок, особенности размножения и жизнедеятельности, распространения в природе и образа жизни). Традиционная и современная классификационные схемы грибов. Общие черты и существенные различия грибов, относящихся к разным таксонам. Макро- и микромицеты. Микромицеты как эукариотические микроорганизмы. Эволюция грибов.

Хитридиомикоты. Общая характеристика и систематика отдела. Основные особенности представителей отдела: степень развития вегетативного тела, способы размножения, образ жизни. Циклы развития, физиологические и морфологические особенности важнейших представителей. Большое практическое значение хитридиомикот, как фитопатогенов, так и паразитов животных.

Зигомикоты. Общая характеристика отдела. Систематика, особенности полового процесса и бесполого размножения, строение мицелия, образ жизни. Народно-хозяйственное значение фитопатогенных грибов порядка *Mucorales*. Особенности строения, циклы развития и характер вызываемых ими заболеваний. Научный и практический интерес к грибам порядка *Entomophthorales* – паразитам насекомых: их жизненные циклы и физиолого-биохимические особенности.

Аскомикоты. Особенности организации мицелия аскомикот, относящихся к высокоорганизованным грибам. Особенности бесполого размножения. Формы полового процесса. Форма и строение асков, характер их формирования и размещение. Основы систематики аскомикот. Циклы развития, характерные особенности жизнедеятельности и значение важнейших представителей данного отдела. Использование аскомикот в генетических исследованиях. Общая характеристика дрожжей. Особенности строения вегетативного тела и процессов размножения дрожжевых грибов. Практическое значение сахаромицетовых дрожжей. Использование дрожжей в микробиологическом производстве в качестве продуцентов биологически ценных веществ. Роль дрожжей в разработке общих проблем генетики эукариот. Дрожжи-сахаромицеты как важнейший объект генной инженерии.

Базидиомицеты как эукариотические микроорганизмы. Общая характеристика и систематика представителей отдела. Организация мицелия, морфологические и физиолого-биохимические особенности жизнедеятельности и особенности размножения; особенности полового процесса и циклы развития; биологическое и практическое значение и особенности образа жизни важнейших базидиомикот.

Дейтеромикоты. Общая характеристика формального отдела. Особенности систематики грибов, относящихся к данному отделу. Строение мицелия и пути его формирования у несовершенных грибов. Характерные особенности процессов размножения и циклов развития важнейших представителей. Гетерокариозис и парасексуальный процесс. Основные физиолого-биохимические характеристики, распространение в природе и значение в практической деятельности человека данных грибов. Дейтеромикоты – продуценты антибиотиков и антагонисты фитопатогенных микроорганизмов; возбудители опасных заболеваний животных и растений. Хищные гифомицеты (приспособление к хищному образу жизни и значение в природе).

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. *Бабьева, И. П.* Биология дрожжей / И. П. Бабьева, И. Ю. Чернов. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2004.
2. *Беккер, З. Э.* Физиология и биохимия грибов / З. Э. Беккер. М. : Изд-во Моск. Ун-та, 1988.
3. *Белякова, Г. А.* Ботаника. Водоросли и грибы / Г. А. Белякова, Ю. Т. Дьяков, К. Л. Тарасов. М. : Издат. цент «Академия», 2010. Т. 1–2.
4. *Билай, В. И.* Основы общей микологии / В. И. Билай. Киев : Наук. думка, 1989.
5. *Гарибова, Л. В.* Основы микологии: морфология и систематика грибов и грибоподобных организмов / Л. В. Гарибова, С. Н. Лекомцева. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2005.
6. *Гусев, М. В.* Микробиология / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. М. : Издательский центр «Академия», 2003.
7. *Карпов, С. А.* Строение протистов: Учеб. пособие / С. А. Карпов. СПб. : ТЕССА, 2001.
8. *Киселева, Б.С.* Энтеробактерии / Б.С. Киселева. – М. : Медицина, 1985.
9. *Кондратьева, Е. Н.* Фототрофные микроорганизмы / Е. Н. Кондратьева, И. В. Максимова, В. Д. Самуйлов. – М. : Изд-во МГУ, 1989.
10. *Лысак, В.В.* Микробиология / В. В. Лысак. Минск : БГУ, 2008.
11. *Мюллер, Э.* Микология / Э. Мюллер, В. Леффлер. М. : Мир, 1995.
12. *Саут, Р.* Основы альгологии / Р. Саут, А. Уиттик. М. : Мир, 1990.
13. Современная микробиология / под ред. Й. Ленгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля. М. : Мир, 2005. Т. 1–2.
14. *Хадорн, Э.* Общая зоология / Э. Хадорн, Р. Венер. М. : Мир, 1989.
15. *Хаусман, К.* Протозоология / К. Хаусман. М. : Мир. 1988.
16. *Черепанова, Н.П.* Систематика грибов: Учеб. Пособие / Н. П. Черепанова. Спб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2004.

16. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology / Editor-in-Chief G. M. Garrity. New York: Springer, 2001–2003, V. 1–5.

Дополнительная:

1. *Бери, Д.* Биология дрожжей / Д. Берри. М. : Мир, 1985.
2. *Билай, В. И.* Определитель токсинообразующих микромицетов / В. И. Билай, З. А. Курбацкая. Киев : Наук. думка, 1990.
3. *Блохина, И. Н.* Геносистематика бактерий / И.Н. Блохина, Г.Ф. Леванова. – М. : Наука, 1976.
4. Ботаника: Курс альгологии и микологии: Учебник / Под ред Ю.Т. Дьякова. – М. : Изд-во МГУ, 2007.
5. Генетика и физиология микроорганизмов – перспективных объектов генной инженерии // сб. науч. тр. Пущино, 1985.
6. *Дуда, В. И.* Архебактерии - новое царство живых организмов / В.И. Дуда. – Природа. – 1984. N 2. – С. 13–25.
7. Жизнь животных. М. : Просвещение, 1987. Т. 1.
8. Жизнь растений. М. : Просвещение, 1976. Т. 1.
9. *Захаров, И. А.* Курс генетики микроорганизмов / И. А. Захаров. Минск : Выш. шк., 1978.
10. Методы экспериментальной микологии : справочник / под ред. В. И. Билай. Киев : Наук. думка, 1982.
11. *Нестерова, А. И.* Экология метанотрофных бактерий / А. И. Нестерова, М. В. Иванов. – 1983. – N 18. – С.3–18.
12. Определитель бактерий Берджи / Под ред. Дж. Хоулта и соавт. – М. : Мир, 1997. – Т.1–2.
13. *Проворов, Н. А.* Генетика симбиотической азотфиксации у клубеньковых бактерий // Итоги науки и техники. Серия микробиология. – 1991.– Т.23. – С.3–97.
14. *Рубан, Е. Л.* Физиология и биохимия представителей рода *Pseudomonas* / Е. Л. Рубан. – М. : Наука, 1986.
15. *Савельева, Н. Д.* Водородные бактерии // Успехи микробиологии. – 1971. – N 7. – С.121–155.
16. *Стейниер, Р.* Мир микробов / Р. Стейниер, Э. Эдельберг, Дж. Ингрэм. М. : Мир, 1979.
17. *Цинкевич, В. А.* Основы зоологии: Учеб. пособие / В. А. Цинкевич, Е. И. Бычкова. – Минск : Беларусь, 2012.
18. *Шлегель, Г.* Общая микробиология / Г. Шлегель. – М. : Мир, 1987.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Баллы	Показатели оценки
1 (один)	Отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа
2 (два)	Фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта; знание отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины; неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых ошибок; пассивность на лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий
3 (три)	Недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины; пассивность на лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий
4 (четыре)	Достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку; работа под руководством преподавателя на лабораторных занятиях, допустимый уровень исполнения заданий
5 (пять)	Достаточные знания в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно принимать типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; самостоятельная работа на лабораторных занятиях, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий

6 (шесть)	Достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий
7 (семь)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; самостоятельная работа на лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
8 (восемь)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины (в том числе техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий

9 (девять)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы; полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; систематическая, активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
10 (десять)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы по изучаемой учебной дисциплине; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин; творческая самостоятельная работа на лабораторных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Типовым учебным планом специальности 1-31 01 03 «Микробиология» в качестве формы итогового контроля по дисциплине рекомендован экзамен. Оценка учебных достижений студента осуществляется на экзамене и производится по десятибалльной шкале. Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- защита подготовленного студентом реферата;
- устные опросы и письменные контрольные работы по отдельным темам курса;
- компьютерное тестирование.