

Министерство образования Республики Беларусь  
Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию

УТВЕРЖДАЮ



Первый заместитель Министра образования  
Республики Беларусь

*А. И. Жук*  
А. И. Жук

30 04 2012 г.

Регистрационный № ТД- В. 414 /тип.

Физиология микроорганизмов

Типовая учебная программа  
для учреждений высшего образования по специальности:  
1-31 01 03 Микробиология

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического  
объединения по естественно-  
научному образованию



*А. И. Толстик*  
А. И. Толстик

30 04 2011 г.

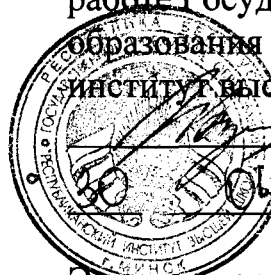
СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления высшего и  
среднего специального образования  
Министерства образования  
Республики Беларусь

*С. И. Романюк*  
С. И. Романюк

30 04 2012 г.

Проректор по учебной и воспитательной  
работе Государственного учреждения  
образования «Республиканский  
институт высшей школы»



*В. И. Шупляк*  
В. И. Шупляк

30 04 2012 г.

Эксперт-нормоконтролер

*С. М. Артемьева*  
С. М. Артемьева

30 04 2012 г.

*Н. В. Селюк*  
Н. В. Селюк

Минск 2012

**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»;

Зинаида Михайловна Алещенкова, заведующая лабораторией взаимоотношений микроорганизмов почвы с высшими растениями Государственного научного учреждения «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси», доктор биологических наук

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНОЙ:**

Кафедрой микробиологии Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 16 сентября 2011 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 30 сентября 2011 г.);

Научно-методическим советом по биологии, биохимии и микробиологии Учебно-методического объединения по естественному образованию (протокол № 12 от 11 октября 2011 г.)

Ответственный за редакцию: Владимир Васильевич Лысак

Ответственный за выпуск: Владимир Васильевич Лысак

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

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

Физиология микроорганизмов является одним из разделов микробиологии, изучение которого позволит расширить научный кругозор студентов, получить знания, необходимые для последующей практической деятельности.

Курс «Физиология микроорганизмов» связан с дисциплинами «Структурная биохимия», «Метаболическая биохимия», «Культивирование микроорганизмов», «Структурная организация клеток микроорганизмов».

**Цель курса** – сформировать у студентов целостную систему знаний о метаболизме микроорганизмов и его регуляции, использовании основных физиологических закономерностей функционирования микроорганизмов на практике.

**Задачи:**

- изучить физиологические группы питания микроорганизмов;
- изучить особенности аэробного и анаэробного типов энергетического метаболизма у хемотрофных и фототрофных микроорганизмов;
- изучить биосинтез клеточных строительных блоков (аминокислот, липидов, нуклеотидов, полисахаридов) у бактерий;
- изучить регуляцию метаболизма у микроорганизмов.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен

**знать:**

- биохимические и физиологические основы функционирования микроорганизмов;
- влияние факторов внешней среды на микроорганизмы;
- регуляцию метаболической активности клеток микроорганизмов;
- новейшие достижения в области физиологии и биохимии микроорганизмов и использование их в практических целях

**уметь:**

- использовать теоретические знания по физиологии микроорганизмов в качестве научной основы микробиологической промышленности и биотехнологии;
- использовать основные закономерности функционирования микроорганизмов в научной деятельности;
- использовать современные методические приемы для изучения биохимии и физиологии микроорганизмов.

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.

Программа учебного курса рассчитана на 152 часа, в том числе 62 часа аудиторных: 30 – лекционных и 32 лабораторных занятий.

### **ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Аудиторные часы		
		Всего	Лекции	Лабораторные занятия
1.	Введение	2	2	–
2.	Питание микроорганизмов	8	2	6
3.	Действие физических и химических факторов на жизнедеятельность микроорганизмов	8	2	6
4.	Метаболизм микроорганизмов	2	2	-
5.	Энергетический метаболизм микроорганизмов	18	12	6
6.	Конструктивный метаболизм микроорганизмов	8	4	4
7.	Фиксация молекулярного азота микроорганизмами	6	2	4
8.	Биолюминесценция микроорганизмов	4	2	2
9.	Регуляция метаболизма у микроорганизмов	6	2	4
<b>ИТОГО:</b>		<b>62</b>	<b>30</b>	<b>32</b>

### **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

#### **1. ВВЕДЕНИЕ**

История развития физиологии микроорганизмов. Допастеровский период в истории физиологии микроорганизмов. Проблемы физиологии микроорганизмов в трудах Л.Пастера. История изучения обмена веществ у микроорганизмов. Развитие представлений о типах трофии микроорганизмов. История изучения уникальных физиологических функций микроорганизмов.

## **2. ПИТАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ**

Фототрофы и хемотрофы. Автотрофы и гетеротрофы. Облигатные и факультативные автотрофы, миксотрофные бактерии. Механизмы фиксации  $\text{CO}_2$  у микроорганизмов. Ассимиляция диоксида углерода гетеротрофными микроорганизмами. Органотрофы и литотрофы. Химические вещества как питательные субстраты. Способы поступления веществ в клетку микроорганизмов. Ферментативное оснащение микроорганизмов, обеспечивающее утилизацию питательных веществ. Конститутивные и индуцибельные ферменты. Экзо- и эндоферменты. Факторы роста бактериальной клетки. Ауксотрофы и прототрофы. Физиологические группы питания бактерий. Облигатные аэробы, микроаэрофилы, облигатные анаэробы, факультативные анаэробы, аэротолерантные микроорганизмы.

## **3. ДЕЙСТВИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ**

Действие факторов физической природы на жизнедеятельность микроорганизмов. Характер и механизмы действия химических веществ на жизнедеятельность микроорганизмов. Репарация повреждений ДНК у микроорганизмов (фотореактивация, эксцизионная и рекомбинационная репарации, SOS-ответ). Молекулярные механизмы репарационных процессов. Практическое использование химических и физических факторов. Методы стерилизации, используемые в микробиологической практике.

## **4. МЕТАБОЛИЗМ МИКРООРГАНИЗМОВ**

Виды и основные назначения метаболических реакций, общая характеристика и особенности. Многообразие метаболических путей у микроорганизмов.

## **5. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТАБОЛИЗМ МИКРООРГАНИЗМОВ**

Источники энергии у микроорганизмов. Способы синтеза АТФ у микроорганизмов. Пути катаболизма гексоз у микроорганизмов (гликолиз, пентозофосфатный окислительный путь, путь Энтнера-Дудорова). Цикл трикарбоновых кислот. Характеристика типов энергетического метаболизма. Компоненты дыхательной цепи разных микроорганизмов. Аэробное дыхание. Синтез молекул АТФ в дыхательной цепи у бактерий и дрожжей. Анаэробное дыхание. Доноры и конечные акцепторы электронов, используемые разными микроорганизмами при анаэробном дыхании. Нитратное дыхание. Биологические свойства, распространение и роль денитрифицирующих бактерий в природе. Сульфатное дыхание. Биологические свойства, распространение и значение сульфатвосстанавливающих бактерий. Карбонатное дыхание. Биологические свойства, экология и роль в природе метаногенных бактерий.

Фумаратное дыхание. Сукциногенные бактерии. Брожение. Спиртовое брожение: химизм, возбудители и практическое использование. Эффект Пастера. Маслянокислое брожение: химизм, возбудители и практическое использование. Ацетонобутиловое брожение. Молочнокислое гомо- и гетероферментативное брожение. Пропионовокислое брожение. Пути синтеза пропионовой кислоты у прокариот. Уксуснокислое брожение. Брожение смешанного типа. Бутандиоловое брожение. Сбраживание аминокислот микроорганизмами. Реакция Стикланда. Сбраживание пуриновых и пиримидиновых оснований микроорганизмами. Разложение целлюлозы, гемицеллюлозы, ксиланов, глюканов, пектиновых веществ, фруктанов, хитина, хитозана, лигнина, углеводов, ксенобиотиков. Окисление жиров и жирных кислот микроорганизмами. Использование микроорганизмами одноуглеродных соединений. Неполное окисление органических веществ микроорганизмами. Уксуснокислое брожение.

Окисление неорганических соединений хемолитотрофными микроорганизмами. Механизмы окисления неорганических веществ и запасания энергии разными группами хемолитотрофов. Процесс нитрификации и его роль в круговороте азота в природе, осуществляемый нитрифицирующими бактериями. Окисление молекулярного водорода водородными бактериями, приводящее к запасанию энергии. Карбокситрофные (окисляющие оксид углерода) бактерии. Железо- и марганец-окисляющие бактерии. Бактерии, окисляющие восстановленные неорганические соединения серы.

Использование солнечной энергии бактериями. Пигменты фотосинтезирующих бактерий. Строение фотосинтетического аппарата у бактерий. Фотосинтез с выделением и без выделения молекулярного кислорода (кислородный и аноксигенный фотосинтез). Генерирование восстановительных эквивалентов. Использование энергии света галобактериями (бесхлорофильный фотосинтез).

## **6. КОНСТРУКТИВНЫЙ МЕТАБОЛИЗМ МИКРООРГАНИЗМОВ**

Общая схема образования компонентов клетки микроорганизмов. Биосинтез аминокислот; основные предшественники и пути биосинтеза. Биосинтез углеводов, нуклеотидов, жирных кислот, фосфолипидов, пептидогликана.

## **7. ФИКСАЦИЯ МОЛЕКУЛЯРНОГО АЗОТА МИКРООРГАНИЗМАМИ**

Азотфиксация свободноживущими микроорганизмами. Симбиотическая азотфиксация. Ассоциативная азотфиксация. Биохимия азотфиксации. Нитрогеназная реакция.

## 8. БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

Биохимический механизм биолюминесценции. Зависимость биолюминесценции микроорганизмов от плотности их популяции.

## 9. РЕГУЛЯЦИЯ МЕТАБОЛИЗМА У МИКРООРГАНИЗМОВ

Регуляция активности ферментов у бактерий. Ретроингибирование. Регуляция синтеза ферментов у бактерий. Индуцибельные опероны и механизмы их функционирования. Катаболитная репрессия. Диауксия. Механизмы функционирования репрессибельных оперонов. Аттенуация. Регулоны, модулоны.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### Основная

1. *Готтшалк Г.* Метаболизм бактерий / Г. Готтшалк. М.: Мир, 1982.
2. *Гусев М.В.* Микробиология / М.В. Гусев, Л.А. Минеева. М.: Издательский центр «Академия», 2003.
3. *Емцев В.Т.* Микробиология / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. М.: Дрофа, 2005.
4. *Лысак В.В.* Микробиология / В.В. Лысак. Минск: БГУ, 2008.
5. Метаболизм бактерий / под ред. И.Гунзалуса, Р.Станиера. М.: Изд-во иностранной литературы, 1963.
6. Современная микробиология / под ред. И. Ленгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля. М.: Мир, 2005. – Т.1 – 2.
7. *Шлегель Г.* Общая микробиология / Г. Шлегель. М.: Мир, 1987.

#### Дополнительная

1. *Белясова Н.А.* Микробиология / Н.А. Белясова. Мн.: БГТУ, 2005.
2. *Гутина В.Н.* Очерки по истории физиологии микроорганизмов / В.Н. Гутина. М.: Наука, 1988.
3. *Нетрусов А.И.* Практикум по микробиологии / А.И. Нетрусов, М.А. Егорова, Л.М. Захарчук и др. М.: Издательский центр «Академия», 2005.
4. Промышленная микробиология / под ред. Н.С. Егорова. М.: Высшая школа, 1989.
5. *Стейниер Р.* Мир микробов / Р. Стейниер, Э. Эдельберг, Дж. Ингрэм. М.: Мир, 1979. – Т. 1, 2.
6. *Теппер Е.З.* Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. М.: Дрофа, 2004.
7. *Щлегель Г.* История микробиологии / Г. Шлегель. М.: Едиториал УРСС, 2002.

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Баллы	Показатели оценки
1	2
1 (один)	Отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа
2 (два)	Фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта; знания 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



1	2
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

1	2
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 программной 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;

- проведение коллоквиума;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса;
- компьютерное тестирование.