


Белорусский государственный университет

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе и  
образовательным инновациям  
\_\_\_\_\_ О.И. Чуприс  
«14» сентября 2019 г.  
Регистрационный № УД 7390 /уч.



**Молекулярная бактериология**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 01 03 Микробиология

**специализации**

1-31 01 03 02 Молекулярная микробиология

2019 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 03-2018, учебных планов УВО № G31-222/уч. 2018 г., и № G313-225/уч. 2018 г., утвержденных 13.07.2018 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

В.Е. Мямин, доцент кафедры микробиологии биологического факультета Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Л.Н. Валентович, заведующий лабораторией «Центр аналитических и геноинженерных исследований» института микробиологии НАН Беларуси, кандидат биологических наук, доцент;

А.Л. Лагоненко, доцент кафедры молекулярной биологии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой микробиологии  
(протокол № 3 от 17 сентября 2019 г.);

Учебно-методической комиссией биологического факультета  
(протокол № 2 от 25 сентября 2019 г.)

Зав. кафедрой микробиологии,  
профессор



 В.А. Прокулевич

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### **Цели и задачи учебной дисциплины**

**Цель учебной дисциплины** – ознакомление студентов с макромолекулярной организацией и молекулярными механизмами функционирования важнейших структур основных типов бактерий..

### **Задачи учебной дисциплины:**

- изучить организацию и особенности функционирования нуклеоида бактериальной клетки;
- изучить молекулярные механизмы транскрипции и трансляции в клетках прокариот;
- изучить механизмы движения бактериальных клеток;
- изучить протекание механизмов клеточной дифференциации у бактерий;
- изучить механизмы роста и размножения бактерий.

**Место учебной дисциплины** в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина «Молекулярная бактериология» относится к дисциплинам специализации 1-31 01 03 02 Молекулярная микробиология (компонент учреждения высшего образования).

**Связи** с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Изучение учебной дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении учебной дисциплины «Структурная организация клеток микроорганизмов». Программа составлена с учетом межпредметных связей и программ по учебным дисциплинам «Физиология микроорганизмов», «Генетика микроорганизмов».

### **Требования к компетенциям**

Освоение учебной дисциплины «Молекулярная бактериология» наряду с учебными дисциплинами «Сигнальные системы микроорганизмов», «Внехромосомные генетические структуры бактерий», «Молекулярная биология дрожжей» должно обеспечить формирование специализированной компетенции СК-14 «Владеть современными знаниями молекулярно-генетических основ жизнедеятельности и сигнальных систем про- и эукариотических микроорганизмов и уметь использовать их для создания микробных продуцентов биологически активных веществ».

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

#### **знать:**

- организацию и функционировании нуклеоида бактерий;
- молекулярные механизмы транскрипции;
- функционирование оперонов;
- молекулярные механизмы трансляции;

- механизмы движения клеток;
- особенности клеточной дифференциации у бактерий;
- механизмы роста и размножения бактерий;

***уметь:***

– применять полученные знания в практической деятельности в области бактериологических исследований;

***владеть:***

– фактическим материалом в объеме утвержденной программы учебного курса;

– методическими подходами для решения различных задач в области молекулярной бактериологии.

### **Структура учебной дисциплины**

Дисциплина изучается в 4 семестре (очная форма получения образования) и в 7-8 семестрах (заочная форма получения образования). Всего на изучение учебной дисциплины «Молекулярная бактериология» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 120 часов, в том числе 50 аудиторных часа, из них: лекции – 30 часа, лабораторные занятия – 16 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа (ДО);

– для заочной формы получения высшего образования – 120 часов, в том числе 14 аудиторных часов, из них: лекции – 10 часов, лабораторные занятия – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ

Общая схема ультраструктурной организации прокариотических организмов. Характеристика основных структур бактериальной клетки, являющихся следствием их анатомических особенностей.

## РАЗДЕЛ 2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ НУКЛЕОИДА БАКТЕРИАЛЬНОЙ КЛЕТКИ

**Тема 2.1. Макромолекулярная организация бактериальных хромосом.** Принцип доменной организации «свернутой» хромосомы бактериальной клетки. Механизм сегрегации бактериальных нуклеоидов и связь данного процесса с клеточным делением. Мультихромосомные бактерии.

**Тема 2.2. Концепция репликона.** Молекулярный механизм репликации бактериальных хромосом и плазмид. Стадии репликации, ферментативный аппарат, вспомогательные белки и структуры. Использование знаний о репликации в практических целях.

## РАЗДЕЛ 3. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ТРАНСКРИПЦИИ В КЛЕТКАХ ПРОКАРИОТ

**Тема 3.1.** Транскрипция, ее стадии. РНК-полимеразы, организация и функции субъединиц. Промоторные и терминаторные области, их роль в регуляции транскрипции. Регуляция на уровне процессинга РНК. Механизмы, обеспечивающие стабильность РНК. Участие РНКаз в деградации РНК.

**Тема 3.2. Основные и альтернативные  $\sigma$ -факторы РНК-полимеразы бактерий.** Классификация  $\sigma$ -факторов на семейства и группы. Примеры процессов, контролируемых различными  $\sigma$ -факторами.

**Тема 3.3. Оперонная организация генов у бактерий.** Понятие об индуцибельных и репрессибельных оперонах. Негативная и позитивная регуляция. Операторная область оперонов. Регуляторные белки, механизмы их действия. Индукция и репрессия. Регуляция посредством аттенуации. Механизм аттенуации. Механизмы действия оперонов на примерах лактозного, триптофанового и арабинозного оперонов. Понятие о регулоне.

**Тема 3.4. Механизмы регуляции активности генов у бактериофага  $\lambda$ .** Литический цикл и лизогенное состояние фага  $\lambda$ . Регуляция посредством анти-терминации. Роль анти-терминаторов N и Q при развитии лизиса. Регуляторные белки cI, cII и cIII, их роль в установлении лизогенного состояния фага. Наличие сходных регуляторных систем у бактерий.

## РАЗДЕЛ 4. ТРАНСЛЯЦИЯ В КЛЕТКАХ ПРОКАРИОТ

**Тема 4.1.** Аппарат трансляции, стадии трансляции. Присоединение аминокислот к «родственным» тРНК. Условия инициации, белковые факторы инициации. Механизм элонгации полипептидной цепи. Терминация элонгации полипептидной цепи, участие белковых факторов. Продолжительность жизни бактериальной РНК и влияющие на нее факторы.

**Тема 4.2.** Особенности процесса трансляции у прокариот. Одновременная трансляция молекул мРНК более чем одной рибосомой. Параллельное осуществление процессов транскрипции и трансляции. Ингибиторы транскрипции и трансляции. Судьба синтезированных белков.

## РАЗДЕЛ 5. МЕХАНИЗМЫ ДВИЖЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КЛЕТОК

**Тема 5.1.** Разнообразие механизмов движения бактерий. Плавание с помощью жгутиков. Строение жгутика и принцип его работы. Сборка жгутиков и ее регуляция. Механизмы контроля морфогенеза. Ориентация бактерий в пространстве.

**Тема 5.2.** Хемотаксис. Механизмы контроля переключения жгутика. Другие таксисы, механизм их реализации через сенсорные системы бактерий.

## РАЗДЕЛ 6. КЛЕТОЧНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ У БАКТЕРИЙ

**Тема 6.1.** Примеры дифференцированных клеток. Покоящиеся формы, экзо и эндоспоры. Гетероцисты цианобактерий. Споруляция как модификация клеточного деления. Регуляция споруляции у бацилл. Споруляция как стадия жизненного цикла.

**Тема 6.2.** Стадии споруляции. Обмен сигналами между спорангием и проспорой. Морфогенез споровых оболочек. Причины устойчивости спор к повреждающим факторам. Прораствание спор: сигналы, вызывающие прораствание. Последовательность событий при прораствании споры.

## РАЗДЕЛ 7. РОСТ И РАЗМНОЖЕНИЕ БАКТЕРИЙ

Особенности механизмов протекания разных клеточных циклов у бактерий. Молекулярный механизм процесса клеточного деления у бактерий, генетический контроль деления бактерий. Выбор сайта деления клетки. Осциллирующие белки. Другие механизмы. FtsZ и дивидисома. Синтез муреина клеточной перегородки.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

№ раз-дела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<b>Введение</b>	<b>2</b>	-	-	-	-	-	-
2	<b>Организация и функционирование нуклеоида бактериальной клетки</b>	<b>4</b>	-	-	<b>4</b>	-	-	Устный опрос Защита отчета по лабораторной работе
2.1	Макромолекулярная организация бактериальных хромосом.	2						
2.2	Концепция репликона	2						
3	<b>Молекулярные механизмы транскрипции в клетках прокариот</b>	<b>10</b>	-	-	<b>12</b>	-	<b>4 (ДО)</b>	Тестирование на образовательном портале LMS Moodle Индивидуальные или групповые проекты Защита отчета по лабораторной работе
3.1	Транскрипция, ее стадии	2						
3.2	Основные и альтернативные $\sigma$ -факторы РНК-полимеразы бактерий	2						
3.3	Оперонная организация генов у бактерий	2						
3.4	Механизмы действия оперонов	2						
3.5	Механизмы регуляции активности генов у бактериофага $\lambda$	2						
4	<b>Трансляция в клетках прокариот</b>	<b>4</b>	-	-	-	-	-	Устный опрос.
4.1	Аппарат трансляции, стадии трансляции.	2						
4.2	Особенности процесса трансляции у прокариот.	2						

5	<b>Механизмы движения бактериальных клеток</b>	<b>4</b>	-	-	-	-	-	Устный опрос
5.1	Разнообразие механизмов движения бактерий.	2						
5.2	Хемотаксис.	2						
6	<b>Клеточная дифференциация у бактерий</b>	<b>4</b>	-	-	-	-	-	Устный опрос
6.1	Примеры дифференцированных клеток.	2						
6.2	Стадии споруляции	2						
7	<b>Рост и размножение бактерий</b>	<b>2</b>	-	-	-	-	-	Устный опрос
		2						





## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### Основная

1. Брюханов А.Л. Молекулярная микробиология / А. Л. Брюханов, Рыбак К. В., Нетрусов А. И. М.: Из-во МГУ, 2012.
2. Гусев М. В. Микробиология / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – М.: Академия, 2010.
3. Современная микробиология: Прокариоты / Под ред. Й. Ленгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля. М.: Мир: т.1-2, 2005.
4. Льюин Б. Гены / Б. Льюин. М.: Бином, 2012.
5. Громов Б.В. Строение бактерий / Б. В. Громов. – Л.: Из-во ЛГУ, 1985.
6. Сингер М. Гены и геномы / М.Сингер, П. Берг. М.: Мир, 1998.

#### Дополнительная:

1. Мушкамбаров Н.Н. Молекулярная биология / Н. Н. Мушкамбаров, С. Л. Патрушев М.: Из-во МИА, 2003.
2. Коничев А.С. Молекулярная биология / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова М.: Из-во Академия, 2003.
3. Лысак В.В. Микробиология / В. В. Лысак Мн.: Из-во БГУ, 2008.
4. Патрушев Л.И. Экспрессия генов / Л. И. Патрушев. М.: Наука, 2000.
5. Крутецкая З.И. Механизмы внутриклеточной сигнализации / З. И. Крутецкая, О. Е. Лебедев, Л. С. Курилова. СПб.: Изд-во С. Петерб. Ун-та, 2003
6. Обзорные статьи в журнале “Molecular microbiology” // <http://blackwell.com>
7. <http://www.molbiol.ru>

### **Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки**

Для оценки профессиональных компетенций студентов рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

1. *Тестовые задания (ДО)*, размещенные на образовательном портале БГУ LMS Moodle.
2. *Представление индивидуальных или групповых презентаций.* При оценке данного задания будет учитываться полнота и оригинальность созданного образовательного продукта, структура и последовательность представления материала, литературные источники и их интерпретация, оформление презентации.

3. *Отчет по лабораторным работам* должен включать цель и методы исследования, основные этапы работы, описание полученных результатов и выводы. При оценке данного вида деятельности будет учитываться самостоятельность выполнения работы, правильность приготовления растворов и умение работать с необходимым оборудованием и материалами, интерпретация полученных результатов и аргументированность выводов.

Формой текущей аттестации по учебной дисциплине «Молекулярная бактериология» учебным планом предусмотрен зачет.

При формировании итоговой оценки будет использована рейтинговая оценка знаний студента, которая предусматривает использование весовых коэффициентов для каждого вида деятельности и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

- тестирование – 50 %;
- презентация – 25 %;
- защита отчетов по лабораторным работам – 25 %.

Студент дневной формы обучения допускается к итоговой аттестации, если имеет оценку текущего контроля знаний не ниже «четыре». В случае пропуска лекций или лабораторных занятий без уважительной причины студент должен подготовить реферат по теме пропущенного занятия не менее 5 страниц рукописного текста с обязательным указанием списка использованной литературы.

Студент заочной формы обучения допускается к сдаче зачета в случае отработки лабораторных занятий.

### **Перечень контрольных мероприятий управляемой самостоятельной работы студентов**

Управляемая самостоятельная работа студентов по учебной дисциплине «Молекулярная бактериология» проводится по следующему разделу:

**Раздел 3. Молекулярные механизмы транскрипции в клетках прокариот (4 ч.).**

*Задание 1.* Транскрипция, основные и альтернативные сигма-факторы, оперонная организация, регуляция жизненных циклов бактериофага лямбда

(Форма контроля – Тестовые задания на образовательном портале БГУ LMS Moodle).

*Задание 2.* Подготовка тематических презентаций.

(Форма контроля – Представление индивидуальных или групповых презентаций по отдельным группам вторичных метаболитов).

### **Перечень лабораторных занятий (очная форма получения образования)**

1. Приготовление окрашенных препаратов нуклеоидов бактериальных клеток (4 часа).
2. Приготовление питательных сред для выращивания микроорганизмов. Пересев штаммов. Приготовление необходимых реактивов (2 часа).
3. Индукция ферментов лактозного оперона с помощью лактозы и ИПТГ (4 часа).
4. Исследование глюкозного эффекта в отношении генов лактозного оперона (4 часа).
5. Учет результатов, расчет ферментативных активностей (2 часа).

### **Перечень лабораторных занятий (заочная форма получения образования)**

1. Приготовление питательных сред для выращивания микроорганизмов. Пересев штаммов. Приготовление необходимых реактивов (2 часа).
2. Индукция ферментов лактозного оперона с помощью лактозы и ИПТГ, глюкозный эффект (2 часа).

### **Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины**

При организации образовательного процесса будут использованы *эвристический и практико-ориентированный подходы*.

*Эвристический подход* предполагает:

- осуществление студентами лично-значимых открытий окружающего мира;
- демонстрацию многообразия решений большинства профессиональных задач и жизненных проблем;
- творческую самореализацию обучающихся в процессе создания образовательных продуктов;
- индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно ставить цели, осуществлять рефлексию собственной образовательной деятельности.

*Практико-ориентированный подход* предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

При проведении лабораторных занятий будет использоваться *метод группового обучения*, который представляет собой форму организации учебно-познавательной деятельности студентов, предполагающую функционирование малых групп, работающих как над общими, так и специфическими задачами, стоящими в конкретной лабораторной работе.

### **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов**

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Молекулярная бактериология» рекомендуется использовать ЭУМК, включающий учебную программу, учебное пособие по данной дисциплине, методические указания к лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания для самоконтроля, тематику рефератов, перечень вопросов для подготовки к итоговой аттестации и др.

Представленный теоретический и учебно-вспомогательный материал, а также задания для самоконтроля позволят создать учащимся индивидуальную учебную среду для их личностно значимой реализации, определить соответствие учебной деятельности образовательным стандартам высшего образования и учебно-программной документации, обеспечить непрерывность и полноту процесса обучения.

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Текущий контроль самостоятельной работы студентов может быть осуществлен с использованием различных видов промежуточной аттестации, в том числе дистанционно.

Для оптимизации самостоятельной работы студентов рекомендуется использовать *тестирование* (ДО), что позволит оценить базовый уровень владения материалом данной дисциплины, а также *подготовку тематических презентаций*, что будет способствовать развитию творческих способностей, аналитическому мышлению и самостоятельности.

### **Темы реферативных работ**

Для написания рефератов предлагается следующая тема «Неизвестные науке типы регуляторных процессов у бактерий». Написание данного эссе предполагается после того, как студенты прослушали полный лекционный курс и имеют всю информацию об изученных регуляторных механизмах у бактерий. Необходимо придумать абсолютно новый, не известный науке тип регуляции какого-либо процесса у бактерий. Основное требование: излагаемая информация не должна противоречить имеющимся к настоящему времени в науке данным. Для презентации эссе желательно подготовить презентацию и аргументированный доклад. Предполагается обсуждение сильных и слабых сторон эссе с одноклассниками и преподавателем.

## Примерный перечень вопросов к зачету

1. Общая схема ультраструктурной организации прокариотических организмов.
2. Характеристика основных структур бактериальной клетки, являющихся следствием их анатомических особенностей.
3. Макромолекулярная организация бактериальных хромосом. Принцип доменной организации «свернутой» хромосомы бактериальной клетки.
4. Механизм сегрегации бактериальных нуклеоидов и связь данного процесса с клеточным делением. Мультихромосомные бактерии.
5. Концепция репликаона. Молекулярный механизм репликации бактериальных хромосом и плазмид.
6. Стадии репликации, ферментативный аппарат, вспомогательные белки и структуры. Использование знаний о репликации в практических целях.
7. Транскрипция, ее стадии. РНК-полимеразы, организация и функции субъединиц.
8. Промоторные и терминаторные области, их роль в регуляции транскрипции.
9. Регуляция на уровне процессинга РНК. Механизмы, обеспечивающие стабильность РНК. Участие РНКаз в деградации РНК.
10. Основные и альтернативные  $\sigma$ -факторы РНК-полимеразы бактерий. Классификация  $\sigma$ -факторов на семейства и группы. Примеры процессов, контролируемых различными  $\sigma$ -факторами.
11. Оперонная организация генов у бактерий. Понятие об индуцибельных и репрессибельных оперонах. Негативная и позитивная регуляция.
12. Операторная область оперонов. Регуляторные белки, механизмы их действия. Индукция и репрессия.
13. Регуляция посредством аттенуации. Механизм аттенуации.
14. Механизмы действия оперонов на примере лактозного оперона.
15. Механизмы действия оперонов на примере триптофанового оперона.
16. Механизмы действия оперонов на примере арабинозного оперона.
17. Понятие о регулоне. Регулон продукции факторов вирулентности у фитопатогенных бактерий рода *Pectobacterium*.
18. Механизмы регуляции активности генов у бактериофага  $\lambda$ . Литический цикл и лизогенное состояние фага  $\lambda$ . Регуляция посредством антитерминации. Роль антитерминаторов N и Q при развитии лизиса.
19. Регуляторные белки cI, cII и cIII, их роль в установлении лизогенного состояния фага. Наличие сходных регуляторных систем у бактерий.
20. Аппарат трансляции, стадии трансляции. Присоединение аминокислот к «родственным» тРНК.
21. Условия инициации, белковые факторы инициации. Механизм элонгации полипептидной цепи. Терминация элонгации полипептидной цепи, участие белковых факторов. Продолжительность жизни бактериальной РНК и влияющие на нее факторы.
22. Особенности процесса трансляции у прокариот. Одновременная трансляция молекул мРНК более чем одной рибосомой. Параллельное осуществление про-

- цессов транскрипции и трансляции. Ингибиторы транскрипции и трансляции. Судьба синтезированных белков.
23. Разнообразие механизмов движения бактерий. Плавание с помощью жгутиков. Строение жгутика и принцип его работы.
24. Сборка жгутиков и ее регуляция. Механизмы контроля морфогенеза. Ориентация бактерий в пространстве.
25. Хемотаксис. Механизмы контроля переключения жгутика. Другие таксисы, механизм их реализации через сенсорные системы бактерий.
26. Примеры дифференцированных клеток. Покоящиеся формы, экзо и эндо-споры. Гетероцисты цианобактерий.
27. Споруляция как модификация клеточного деления. Регуляция споруляции у бацилл. Споруляция как стадия жизненного цикла. Стадии споруляции. Обмен сигналами между спорангием и проспорой.
29. Морфогенез споровых оболочек. Причины устойчивости спор к повреждающим факторам.
30. Прорастание спор: сигналы, вызывающие прорастание. Последовательность событий при прорастании споры.
31. Особенности механизмов протекания разных клеточных циклов у бактерий. Молекулярный механизм процесса клеточного деления у бактерий, генетический контроль деления бактерий.
32. Выбор сайта деления клетки. Осциллирующие белки. Другие механизмы. FtsZ и дивидисома. Синтез муреина клеточной перегородки.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) <sup>1</sup>
Физиология микроорганизмов	Микробиологии	Отсутствуют	Утвердить согласование протокол № 3 от 17 сентября 2019 г.
Генетика микроорганизмов	Микробиологии	Отсутствуют	Утвердить согласование протокол № 3 от 17 сентября 2019 г.

---



**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**  
на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
микробиологии (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_ г.)

Заведующий кафедрой  
профессор, д.б.н.

\_\_\_\_\_

Прокулевич В.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
доцент, д.б.н.

\_\_\_\_\_

Демидчик В.В.