

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



А.Л. Толстик

2015 г.

Регистрационный № УД-457/уч.

Молекулярная бактериология

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

1-31 01 03 Микробиология
специализаций 1-31 01 03 01 Прикладная микробиология и
1-31 01 03 02 Молекулярная микробиология

2015 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 03-2013 и учебных планов УВО № G31-129/уч. 2013 г., № G31з-156/уч. 2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Владислав Евгеньевич Мямин, доцент кафедры микробиологии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой микробиологии Белорусского государственного университета (протокол № 33 от 23 июня 2015 г.);

Учебно-методической комиссией биологического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 12 от 24 июня 2015 г.)



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Молекулярная бактериология» составлена на основе образовательного стандарта высшего образования первой степени по специальности 1-31 01 03 «Микробиология».

Успешное развитие современной микробиологии и бактериологии невозможно без знаний в области молекулярной биологии. Более того, эти знания довольно широко и успешно используются как в научных исследованиях, так и в промышленных процессах для производства различных биологически-активных веществ с использованием микроорганизмов.

Предлагаемый курс лекций рассчитан на студентов, специализирующихся по микробиологии, и предусматривает ознакомление с макромолекулярной организацией и молекулярными механизмами важнейших клеточных структур и процессов основных типов бактерий.

В соответствии с современным подходом к характеристике важнейших биологических процессов при изложении материала основное внимание уделяется молекулярным механизмам реализации генетической информации в клетках бактерий.

Определенное место в курсе отводится механизмам взаимодействия специфических макромолекул, обеспечивающих формирование и функции структурных компонентов бактериальной клетки.

Несомненно, что знания в области молекулярной бактериологии будут полезны студентам, специализирующимся на кафедре микробиологии БГУ.

Целью учебной дисциплины «Молекулярная бактериология» является ознакомление студентов с макромолекулярной организацией и молекулярными механизмами функционирования важнейших структур основных типов бактерий..

Задачи учебной дисциплины: дать студентам информацию об организации и функционировании нуклеоида бактериальной клетки, молекулярных механизмах транскрипции и трансляции в клетках прокариот, механизмах движения и клеточной дифференциации, механизмах роста и размножения бактерий.

Программа курса составлена с учетом межпредметных связей и программ по смежным учебным дисциплинам («Структурная организация клеток микроорганизмов», «Физиология микроорганизмов», «Генетика микроорганизмов» и др.).

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.

Изучение учебной дисциплины «Молекулярная бактериология» должно обеспечить формирование у студента следующих компетенций:

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.

ПК-1. Квалифицированно проводить научные исследования в области биохимии и молекулярной биологии, проводить анализ результатов экспериментальных исследований, формулировать из полученных результатов корректные выводы.

ПК-2. Осваивать новые модели, теории, методы исследования, разрабатывать новые методические подходы.

ПК-3. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры.

ПК-4. Готовить научные статьи, сообщения, доклады и материалы к презентациям.

ПК-5. Составлять и вести документацию по научным проектам исследований.

В соответствии с учебным планом дневной формы получения образования программа учебного курса рассчитана на 60 часов, в том числе 34 часа аудиторных: 24 – лекционных, 8 – лабораторных занятий, 2 – аудиторного контроля управляемой самостоятельной работы. В качестве формы итогового контроля по дисциплине используется зачет.

В соответствии с учебным планом заочной формы получения образования программа учебного курса рассчитана на 142 часа, в том числе 22 часа аудиторных: 18 – лекционных, 4 – лабораторных занятий. В качестве формы итогового контроля по дисциплине используется зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

I. ВВЕДЕНИЕ

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

II. ОРГАНИЗАЦИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ НУКЛЕОИДА БАКТЕРИАЛЬНОЙ КЛЕТКИ

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

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

III. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ТРАНСКРИПЦИИ В КЛЕТКАХ ПРОКАРИОТ

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.

Основные и альтернативные σ -факторы РНК-полимеразы бактерий. Классификация σ -факторов на семейства и группы. Примеры процессов, контролируемых различными σ -факторами.

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.

Механизмы регуляции активности генов у бактериофага λ . Литический цикл и лизогенное состояние фага λ . Регуляция посредством антитерминации. Роль антитерминаторов 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.

IV. ТРАНСЛЯЦИЯ В КЛЕТКАХ ПРОКАРИОТ

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.

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.

V. МЕХАНИЗМЫ ДВИЖЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КЛЕТОК

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

VI. КЛЕТОЧНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ У БАКТЕРИЙ

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

VII. 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)

Номер раздела, 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.	<p>1. Введение Общая схема ультраструктурной организации прокариотических организмов. Характеристика основных структур бактериальной клетки, являющихся следствием их анатомических особенностей.</p> <p>2. Организация и функционирование нуклеоида бактериальной клетки Макромолекулярная организация бактериальных хромосом. Принцип доменной организации «свернутой» хромосомы бактериальной клетки. Механизм сегрегации бактериальных нуклеоидов и связь данного процесса с клеточным делением. Мультихромосомные бактерии.</p>	2	-	-	-	-	-	-
2.	<p>Концепция репликона. Молекулярный механизм репликации бактериальных хромосом и плазмид. Стадии репликации, ферментативный аппарат, вспомогательные белки и структуры. Использование знаний о репликации в практических целях.</p>	4	-	-	2	-	-	-
3		2						

4.	<p>3. Молекулярные механизмы транскрипции в клетках прокариот</p> <p>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.</p>	6	-	-	6	-	1	тестирование
5.	<p>Основные и альтернативные σ-факторы РНК-полимеразы бактерий. Классификация σ-факторов на семейства и группы. Примеры процессов, контролируемых различными σ-факторами.</p> <p>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.</p>	2	-	-	4	-	-	-
6.	<p>Механизмы регуляции активности генов у бактериофага λ. Литический цикл и лизогенное состояние фага λ. Регуляция посредством антитерминации. Роль антитерминаторов 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.</p>	2	-	-	-	-	-	-
7.	<p>4. Трансляция в клетках прокариот</p> <p>Аппарат трансляции, стадии трансляции. Присоединение аминокислот к «родственным» тРНК. Условия инициации, белковые факторы инициации. Механизм элонгации полипептидной цепи. Терминация элонга-</p>	4	-	-	-	-	-	-

	<p>ции полипептидной цепи, участие белковых факторов. Продолжительность жизни бактериальной РНК и влияющие на нее факторы.</p> <p>8. 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.</p>	2						
9.	<p>5. Механизмы движения бактериальных клеток 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.</p>	4 2	-	-	-	-	-	-
10.	<p>Хемотаксис. Механизмы контроля переключения жгутика. Другие таксисы, механизм их реализации через сенсорные системы бактерий.</p>	2						
11.	<p>6. Клеточная дифференциация у бактерий Примеры дифференцированных клеток. Покоящиеся формы, экзо и эндоспоры. Гетероцисты цианобактерий. Споруляция как модификация клеточного деления. Регуляция споруляции у бацилл. Споруляция как стадия жизненного цикла. Стадии споруляции. Обмен сигналами между спорангием и пророспорой. Морфогенез спорных оболочек. Причины устойчивости спор к повреждающим факторам. Прорастание спор: сигналы, вызывающие прорастание. Последовательность событий при прорастании споры.</p>	2 2	-	-	-	-	-	-

12.	<p>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. FisZ и дивидисома. Синтез муреина клеточной перегородки.</p>	2 2	-	-	-	-	1	тестирование
-----	---	--------	---	---	---	---	---	--------------

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

(заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Колличество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<p>1. Введение Общая схема ультраструктурной организации прокариотических организмов. Характеристика основных структур бактериальной клетки, являющихся следствием их анатомических особенностей.</p> <p>2. Организация и функционирование нуклеоида бактериальной клетки Макромолекулярная организация бактериальных хромосом. Принцип доменной организации «свернутой» хромосомы бактериальной клетки. Механизм сегрегации бактериальных нуклеоидов и связь данного процесса с клеточным делением. Мультихромосомные бактерии.</p> <p>Концепция репликаона. Молекулярный механизм репликации бактериальных хромосом и плазмид. Стадии репликации, ферментативный аппарат, вспомогательные белки и структуры. Использование знаний о репликации в практических целях.</p>	2	-	-	-	-	-	-
2.		2	-	-	2	-	-	-

3.	<p>3. Молекулярные механизмы транскрипции в клетках прокариот 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.</p>	6	-	-	2	-	-	-
		2			2			
4.	<p>4. Основные и альтернативные σ-факторы РНК-полимеразы бактерий. Классификация σ-факторов на семейства и группы. Примеры процессов, контролируемых различными σ-факторами. 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.</p>	2						
5.	<p>5. Механизмы регуляции активности генов у бактериофага λ. Литический цикл и лизогенное состояние фага λ. Регуляция посредством антитерминации. Роль антитерминаторов 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.</p>	2						
6.	<p>6. Трансляция в клетках прокариот Аппарат трансляции, стадии трансляции. Присоединение аминокислот к «родственным» тРНК. Условия инициации, белковые факторы инициации. Механизм элонгации полипептидной цепи. Терминация элонга-</p>	2	-	-	-	-	-	-
		2						

	<p>ции полипептидной цепи, участие белковых факторов. Продолжительность жизни бактериальной РНК и влияющие на нее факторы.</p> <p>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.</p>											
7.	<p>5. Механизмы движения бактериальных клеток</p> <p>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.</p> <p>Хемотаксис. Механизмы контроля переключения жгутика. Другие таксисы, механизм их реализации через сенсорные системы бактерий.</p>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.	<p>6. Клеточная дифференциация у бактерий</p> <p>Примеры дифференцированных клеток. Покоящиеся формы, экзо и эндоспоры. Гетероцисты цианобактерий. Споруляция как модификация клеточного деления. Регуляция споруляции у бацилл. Споруляция как стадия жизненного цикла. Стадии споруляции. Обмен сигналами между спорангием и проспорой. Морфогенез спорных оболочек. Причины устойчивости спор к повреждающим факторам. Прорастание спор: сигналы, вызывающие прорастание. Последовательность событий при прорастании споры.</p>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

9.	<p>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.</p>	2	-	-	-	-	-	-
		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. Коницев А.С. Молекулярная биология / А. С. Коницев, 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](http://www.molbiol.ru)

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ И КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

1. Промежуточный зачет по разделу «Молекулярные механизмы транскрипции в клетках прокариот».
2. Промежуточный зачет по разделу «Рост и размножение бактерий».

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

Учебным планом специальности 1-31 01 03 Микробиология в качестве формы итогового контроля по учебной дисциплине рекомендован зачет. Для теку-

щего контроля качества усвоения знаний студентами можно использовать следующий диагностический инструментарий:

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

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

(2 ч. каждое)

Дневная форма получения высшего образования

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

Заочная форма получения высшего образования

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендуется использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа курса, учебно-методический комплекс, методические указания к лабораторным занятиям, задания в тестовой форме, темы рефератов, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов и др.).

Студент допускается к сдаче зачета при условии отработки лабораторных занятий и получении отметки 4 балла и выше по текущей успеваемости.

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) ¹
1. Структурная организация клеток микроорганизмов	Микробиологии	Отсутствуют Зав. кафедрой В.А. Прокулевич	Утвердить согласование протокол № 33 от 23 июня 2015 г.
2. Физиология микроорганизмов	Микробиологии	Отсутствуют Зав. кафедрой В.А. Прокулевич	Утвердить согласование протокол № 33 от 23 июня 2015 г.
3. Генетика микроорганизмов	Микробиологии	Отсутствуют Зав. кафедрой В.А. Прокулевич	Утвердить согласование протокол № 33 от 23 июня 2015 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на 2016/2017 учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание
	Дополнен исключительный материал по теме "Сенсорные системы у баптирий"	Появились новые литературные данные

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры микробиологии (протокол № 23 от 24 июня 2016 г.)
(название кафедры)

Заведующий кафедрой
д.б.н., профессор
(ученая степень, ученое звание)


(подпись)

В.А. Прокулевич
(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
к.б.н., доцент
(ученая степень, ученое звание)



В.В. Лысак
(И.О.Фамилия)