

**Министерство образования Республики Беларусь**  
Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию  
Учебно-методическое объединение по экологическому образованию

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра образования  
Республики Беларусь

 А.И. Жук

04 10 2011 г.

Регистрационный № ТД-Г. 345 /тип.

**Основы биотехнологии**

**Типовая учебная программа**

**для высших учебных заведений по специальностям:**

1-31 01 01 Биология (по направлениям), направлениям  
специальности 1-31 01 01-01 Биология (научно-производственная деятельность),  
1-31 01 01-02 Биология (научно-педагогическая деятельность);  
1-33 01 01 Биоэкология

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-методического  
объединения по естественно-  
научному образованию

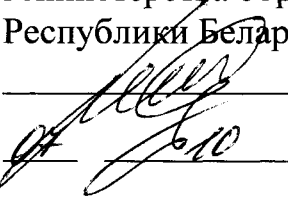
 А.И. Жук

28



**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Управления высшего и  
среднего специального образования  
Министерства образования  
Республики Беларусь

 Ю.И. Миксюк

04 10 2011 г.

Председатель Учебно-методического  
объединения по экологическому  
образованию

 С.П. Кундас

01 2011 г.



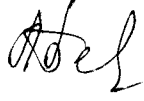
Проректор по учебной и воспитательной  
работе Государственного учреждения  
образования «Республиканский  
институт высшей школы»

 В.И. Шупляк

02 06 2011 г.

Эксперт-нормоконтролер

 С.М. Артемьева

02 06 2011 г. 

Минск 2011

## **СОСТАВИТЕЛИ:**

Римма Анатольевна Желдакова, доцент кафедры микробиологии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

Владимир Антонович Прокулевич, заведующий кафедрой микробиологии Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, профессор;

Юрий Константинович Фомичев, профессор кафедры микробиологии Белорусского государственного университета, доктор медицинских наук, профессор

## **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

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

Зинаида Михайловна Алещенкова, заведующая лабораторией взаимоотношений микроорганизмов почвы и высших растений Государственного научного учреждения «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси», доктор биологических наук

## **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой микробиологии Белорусского государственного университета (протокол № 5 от 25 октября 2010 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 03 ноября 2010 г.);

Научно-методическим советом по специальности 1-31 01 01 «Биология(по направлениям)» Учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию (протокол № 8 от 16 ноября 2010 г.)

Научно-методическим советом по специальностям 1-33 01 01 «Биоэкология» 1-33 80 01 «Экология» и 1-33 01 02 «Геоэкология» Учебно-методического объединения по экологическому образованию (протокол № 5 от 03 декабря 2010 г.)

Ответственный за редакцию: Римма Анатольевна Желдакова

Ответственный за выпуск: Римма Анатольевна Желдакова

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Курс «Основы биотехнологии» направлен на рассмотрение вопросов общей характеристики биотехнологии как науки, ее достижений и перспектив, в свете современных представлений о биотехнологии как важнейшем научном направлении и отрасли промышленности.

Особое внимание уделяется рассмотрению связей между достижениями в области фундаментальных наук (микробиология, молекулярная генетика, молекулярная биология и т. п.) и прикладными аспектами их использования в решении актуальных задач современного общества.

Программа курса составлена с учетом межпредметных связей по смежным дисциплинами биологического профиля («Микробиология», «Вирусология», «Основы иммунологии», «Биохимия» и др.). Программа построена по блочно-модульному типу, что предполагает выделение основных разделов курса. Содержание и объем учебного материала по каждому модулю позволяет студентам свободно ориентироваться в изучаемых вопросах.

**Целью курса** является формирование у студентов представлений об основных направлениях и перспективах развития биотехнологии, решаемых с ее помощью задач, характеристике используемых для этого объектов и методов их создания.

**Основная задача** курса – получение студентами теоретических знаний и практических навыков постановки экспериментов, способствующих их дальнейшей практической деятельности в сфере народного хозяйства, медицины, охраны окружающей среды.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

**знать:**

- принципы подбора биологических объектов для биотехнологических производств и требования, предъявляемые к ним;
- способы улучшения производственных и экономических характеристик и показателей продуцентов методами *in vivo* и *in vitro*;
- типы и режимы ферментаций, состав питательных сред и основные параметры роста культур;
- получение первичных и вторичных метаболитов;
- основные принципы и особенности генетической инженерии и технологии рекомбинантных ДНК;
- конструирование, способы введения генов и поиск клонов клеток с интересующими заданными свойствами;
- методы культивирования клеток высших организмов.
- получение трансгенных организмов
- достижения биотехнологии, особенности развития биотехнологических производств в Республике Беларусь;

**уметь:**

- пользоваться микробиологическими методами исследования и использовать их при работе на биотехнологическом производстве;

- использовать классические и современные методы генетического конструирования штаммов-продуцентов биологически активных веществ;
- уметь использовать различные типы питательных сред для культивирования биологических объектов и получения целевых продуктов;
- работать на биотехнологическом производстве и учитывать основные конструкторские детали его организации.

При чтении лекционного курса рекомендуется применять технические средства обучения для демонстрации слайдов и презентаций, наглядные материалы в виде таблиц и схем.

Организация самостоятельной работы студентов по курсу предполагает размещение в сетевом доступе комплекса учебных и учебно-методических материалов, включающего программу, вопросы для самоконтроля, тематику лабораторных занятий, методические и информационные материалы к ним и др. Это послужит основой для ориентации слушателей в круге рассматриваемых вопросов как в процессе изучения курса, так и в период непосредственной подготовки к экзамену.

Программа рассчитана максимально на 144 часа, в том числе 44 аудиторных: 30 часов – лекционных, 14 часов – лабораторных занятий.

### ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Аудиторные часы		
		Всего	Лекции	Лабораторные занятия
I.	Введение. Объекты биотехнологии	2	2	
II.	Основы молекулярной биотехнологии	14	8	6
III.	Сырьевая база биотехнологии	6	4	2
IV.	Технологии ферментационных процессов	8	4	4
V.	Конечные стадии получения продуктов биотехнологических производств	2	2	
VI.	Иммобилизованные клетки и ферменты	6	4	2
VII.	Клеточная инженерия	4	4	
VIII.	Достижения биотехнология	2	2	
<b>ИТОГО:</b>		<b>48</b>	<b>30</b>	<b>14</b>

### СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

#### I. ВВЕДЕНИЕ. ОБЪЕКТЫ БИОТЕХНОЛОГИИ

Биотехнология как межотраслевая область научно-технического прогресса и раздел практических знаний. Основные факторы, обусловившие стимул в развитии современной биотехнологии. Связь биотехнологии с

биологическими, химическими, техническими и другими науками. Практические задачи биотехнологии и важнейшие исторические этапы ее развития. Области применения достижений биотехнологии. Трехкомпонентность современной биотехнологии.

Основные тенденции и перспективные направления развития биотехнологии в Республике Беларусь.

## **II. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ**

Генетические способы улучшения продуцентов: организменный, клеточный и молекулярный уровни. Получение продуцентов путем ступенчатого отбора случайных мутаций и отбор продуцентов с заданным фенотипом.

Генетическая инженерия и технология рекомбинантных ДНК. Основные открытия, обосновавшие теоретически технологический подход к наследственной информации.

Инструменты генетической инженерии. Характеристика ферментов, используемых в генетической инженерии. Рестрицирующие эндонуклеазы, их основные характеристики и область применения. Методы соединения клонируемых фрагментов и векторных молекул. Выделение фрагментов ДНК.

Характеристика и особенности векторных молекул. Векторные системы, применяемые для клонирования в клетках прокариотических организмов. Типы векторов: плазмидные и фаговые, космиды и фазмиды. Классификация векторов. Упаковочная система бактериофага лямбда и область ее применения. Особенности клонирования в клетках грамотрицательных и грамположительных бактерий.

Банки генов и клонотеки геномов.

Векторные системы для клонирования в клетках эукариот: животных, растительных и дрожжевых.

Стратегия клонирования и экспрессия чужеродной генетической информации в клетках различных организмов.

Способы введения рекомбинантных ДНК в клетки различных организмов. Поиск клонов с рекомбинантной ДНК. Общая схема эксперимента по генетической инженерии.

## **III. СЫРЬЕВАЯ БАЗА БИОТЕХНОЛОГИИ**

Требования, предъявляемые к питательным субстратам, используемым в биотехнологических процессах. Основные типы питательных сред, используемых в биотехнологии: требования к составу и качеству, принципы подбора.

Сырьевая база биотехнологии. Питательные среды для ферментационных процессов. Природные сырьевые субстраты растительного происхождения.

Отходы производства как потенциальные субстраты для культивирования биологических объектов.

#### **IV. ТЕХНОЛОГИЯ ФЕРМЕНТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ**

Устройство и основные конструкторские детали ферментеров и биореакторов. Системы пеногашения, теплообмена, аэрирования и перемешивания, асептики и стерилизации, используемые в ферментерах. Специализированные ферментационные технологии: аэробные, анаэробные, газофазные и др.

Типы и режимы ферментаций: периодические и непрерывные. Хемостаты и турбидостаты. Твердофазная ферментация. Особенности получения целевых продуктов при различных условиях ферментации. Принцип масштабирования технологических процессов: лабораторные, пилотные и промышленные установки.

Основные параметры роста культур: время генерации, удельная скорость роста, выход биомассы, экономический коэффициент. Кривая роста популяции клеток, характеристика отдельных фаз и получение целевых продуктов. Зависимость выхода конечного продукта от потребленного субстрата.

Особенности культивирования биологических объектов. Культивирование клеток высших растений, примеры получаемых продуктов. Культивирование клеток животных, получение моноклональных антител.

#### **V. КОНЕЧНЫЕ СТАДИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

Конечные стадии получения целевого продукта. Отделение биомассы: флотация, фильтрование и центрифугирование. Методы дезинтеграции клеток. Выделение целевого продукта: осаждение, экстрагирование, адсорбция, электрохимические методы, ионообменная хроматография и др. Стадии концентрирования, обезвоживания, модификации и стабилизации целевых продуктов биотехнологических процессов.

Классификация продуктов биотехнологического производства.

#### **VI. ИММОБИЛИЗОВАННЫЕ КЛЕТКИ И ФЕРМЕНТЫ**

Иммобилизованные клетки и ферменты, преимущества их использования в биотехнологии. Характеристика используемых носителей, способы иммобилизации клеток и ферментов.

Технология производства ферментов в промышленных условиях, требования, предъявляемые к продуцентам ферментов.

Инженерная энзимология как современное направление биотехнологии.

## VII. КЛЕТОЧНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Методы культивирования клеток высших организмов.

Каллусные и суспензионные культуры клеток высших растений, методы их получения и область применения. Протопласты растительных клеток, их получение, методы регенерации и культивирования. Слияние протопластов растительных клеток. Гибридизация соматических клеток растений.

Культивирование клеток и тканей животных. Приемы культивирования в суспензионной культуре и в адгезированном состоянии. Требования к качеству и составу питательных сред. Первичные и перевиваемые культуры.

Получение трансгенных организмов.

## VIII. ДОСТИЖЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ

Производство белка одноклеточных организмов. Продуценты белка. Понятие сора. Требования к белку одноклеточных организмов, возможности его использования.

Биотехнология и медицина. Получение антибиотиков в промышленных условиях. Другие лекарственные препараты, получаемые в промышленных условиях (вакцины, пробиотики и т.д.).

Биотехнологические способы получения энергоносителей.

Биотехнология и окружающая среда. Экологическая биотехнология. Биотехнология очистки промышленных отходов.

Нанобиотехнологии и основные направления их развития.

Социальные аспекты биотехнологии и биоинженерии. Контроль применения биотехнологических методов. Понятие о биоэтике и биобезопасности.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Биотехнология: В 8 кн. / под ред. Н.С. Егорова и В. Д. Самуилова. М.: Высшая школа, 1986.
2. Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. М.: Мир, 2002.
3. Егорова Т. А. Основы биотехнологии: Учеб. Пособие для высших педагогических учебных заведений / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. – М.: Изд. Центр «Академия», 2003.
4. Евтушенков А. И. Введение в биотехнологию: курс лекций/ А. И. Евтушенков, Ю. К. Фомичев. – Мн.: БГУ, 2004.
5. Желдакова Р. А. Основы биотехнологии: Методические указания к лабораторным занятиям для студентов биологического факультета / Р. А.

Желдакова, В. Е. Мямин, Е. И. Игнатенко, Ю. В. Селезнева. – Минск: БГУ, 2009. - 48 с.

6. *Загоскина Н. В.* Биотехнология: теория и практика. Учеб. пособие для вузов / Н. В. Загоскина, Л. В. Назаренко, Е. А. Калашникова, Е. А. Живухина. – М.: Изд. Оникс, 2009.

#### Д о п о л н и т е л ь н а я :

1. *Албертс Б.* Молекулярная биология клетки. / Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж и др. М.: Мир, 1994. Т.1-3.

2. *Воробьева Л. И.* Промышленная микробиология: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1989.

3. *Ермишин А. П.* Биотехнология. Биобезопасность. Биозтика / Ермишин А. П. – Мн.: Тэхналогія, 2005.

4. Промышленная микробиология: Учеб. Пособие для вузов / З. А. Аркадьева, А. М. Безбородов, И.Н. Блохина и др.; Под ред. Н. С. Егорова. – М.: Высш. шк., 1989.

5. *Сингер М.* Гены и геномы / Сингер М., Берг П. М.: Мир, 1998.

6. Сельскохозяйственная биотехнология: Учеб. / В. С. Шевелуха, Е. А. Калашникова, Е. С. Воронин и др.; Под ред. В. С. Шевелухи – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2003.

7. Сельскохозяйственная биотехнология: векторные системы молекулярного клонирования./ М.: Агропромиздат, 1991.

8. Современная микробиология: прокариоты / под ред. Й. Ленгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля. М.: Мир, 2005. Т. 2.

9. Рекомбинантные молекулы: значение для науки и практики. М.: Мир, 1980.

10. *Рыбчин В. Н.* Основы генетической инженерии. – СПб.: Изд-во СПб ГТУ, 1999.

11. *Щелкунов С. Н.* Генетическая инженерия: Учеб.-справ. пособие . 2-е изд, испр. и доп. – Новосибирск: Сиб унив. изд-во, 2004.

12. Экологическая биотехнология. – Л., 1990.

### 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; 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

Типовыми учебными планами направлений специальности 1-31 01 01-01 «Биология (научно-производственная деятельность)», 1-31 01 01-02 «Биология (научно-педагогическая деятельность)» и специальности 1-33 01 01 «Биоэкология» 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.