**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Учебно-методическое объединение по образованию

в области сельского хозяйства

**УТВЕРЖДЕНО**

Первым заместителем Министра образования Республики Беларусь

А. Г. Бахановичем

**15.07.2025**

Регистрационный **№ 7-07-08-013/пр.**

**ВЕТЕРИНАРНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ**

**Примерная учебная программа по учебной дисциплине**

**для специальности**

**7-07-0841-01 Ветеринарная медицина**

|  |  |
| --- | --- |
| **СОГЛАСОВАНО**  Начальник Главного управления образования, науки и кадровой политики Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В. А. Самсонович  «\_\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г. | **СОГЛАСОВАНО**  Начальник Главного управления профессионального образования Министерства образования  Республики Беларусь  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С. Н. Пищов  «\_\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г. |
| **СОГЛАСОВАНО**  Заместитель Министра − директор Департамента ветеринарного и продовольственного надзора Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И. И. Смильгинь  «\_\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г. | **СОГЛАСОВАНО**  Проректор по научно-методической работе  Государственного учреждения образования «Республиканский институт высшей школы»  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И. В. Титович  «\_\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г. |
| **СОГЛАСОВАНО**  Сопредседатель  Учебно-методического объединения  по образованию в области сельского хозяйства  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О. С. Горлова  «\_\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г. | Эксперт-нормоконтролер  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  «\_\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г. |

Минск 2025

**СОСТАВИТЕЛИ:**

А.Г. Кошнеров, старший преподаватель кафедры микробиологии и вирусологии учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»;

И.А. Красочко, заведующий кафедроймикробиологии и вирусологии учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», доктор ветеринарных наук, профессор

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра микробиологии и эпизоотологии учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет» (протокол № 12 от 19.04.2024 г.);

В.А. Машеро, заместитель генерального директора по инновационному развитию ОАО «БелВитунифарм», кандидат ветеринарных наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:**

Кафедрой микробиологии и вирусологии учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»

(протокол № 6 от 01.04.2024 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»

(протокол № 108 от 06.06.2024 г.);

Научно-методическим советом по ветеринарным специальностям Учебно-методического объединения по образованию в области сельского хозяйства (протокол № 1 от 16.12.2024 г.)

Ответственный за редакцию: А.Г. Кошнеров

Ответственный за выпуск: И.А. Красочко

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯЗАПИСКА**

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Ветеринарная биотехнология» разработана в соответствии с требованиями образовательного стандарта специального высшего образования и примерного учебного плана по специальности 7-07-0841-01 «Ветеринарная медицина».

**Цель** учебной дисциплины: сформировать у студентов целостную систему знаний об основных методологических принципах, достижениях и перспективах развития ветеринарной биотехнологии, решаемых с ее помощью проблем, характеристике используемых биообъектов и технологических подходах получения целевых продуктов.

В **задачи** учебной дисциплины входит формирование представлений:

* об основных объектах биотехнологии, их характеристике и области применения;
* о типах и режимах ферментационных процессов;
* об использовании биотехнологических процессов и систем при производстве биологических препаратов для лечения и профилактики болезней животных, при охране окружающей среды и др.

Учебная дисциплина «Ветеринарная биотехнология» является дисциплиной государственного компонента модуля «Микробиология и вирусология» и занимает значимое место в подготовке специалиста с высшим образованием, так как позволяет сформировать общее представление об основных направлениях и приоритетах развития современных биотехнологий, а также об особенностях технологии получения биологических препаратов, используемых в ветеринарной практике.

Примерная учебная программа составлена с учетом междисциплинарных связей с учебными дисциплинами государственного компонента «Микробиология и иммунология», «Микология с микотоксикологией», «Вирусология», «Эпизоотология и инфекционные болезни», «Генетика с основами биометрии».

Освоение учебной дисциплины должно обеспечить формирование базовой профессиональной компетенции: применять фундаментальные и прикладные знания биологии инфекционных агентов, получения на их основе средств ветеринарного назначения, использовать лабораторные методы в решении задач по диагностике инфекционных болезней животных.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

* основные направления использования микроорганизмов в промышленном производстве;
* структурно-функциональные особенности организации объектов биотехнологии;
* типы и режимы ферментаций, состав питательных сред и основные параметры роста культур;
* особенности технологии получения биологических препаратов, используемых в ветеринарной практике;
* основные принципы и особенности генетической инженерии и технологии рекомбинантных ДНК;
* достижения биотехнологии, особенности развития биотехнологических производств в Республике Беларусь;

**уметь:**

* применять знания, приобретенные при изучении учебной дисциплины, в экспериментальных исследованиях и практической работе;
* анализировать практические полезные свойства объектов биотехнологии;
* работать с культурами микроорганизмов;
* использовать различные типы питательных сред для культивирования биологических объектов и получения целевых продуктов;
* давать оценку существующим производственным процессам и предлагать возможные пути их усовершенствования;

**иметь навык:**

* подбора биологических объектов для биотехнологических производств и требованиями, предъявляемыми к ним;
* применения методов культивирования микробных клеток;
* системного поиска и анализа современных информационных источников по различным аспектам и проблемам ветеринарной биотехнологии.

В соответствии с примерным учебным планом по специальности  
7-07-0841-01 «Ветеринарная медицина» на изучение учебной дисциплины «Ветеринарная биотехнология» отводится всего 90 часов, из них аудиторных   
38 часов. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 22 часа, практические занятия – 16 часов.

Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – зачет.

**ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **темы** | **Наименование тем** | **Аудиторные часы** | | |
| **Всего** | **Лекции** | **Практи-ческие**  **занятия** |
| 1 | Введение в биотехнологию | 2 | 2 | – |
| 2 | Объекты биотехнологического производства | 4 | 2 | 2 |
| 3 | Промышленная организация биотехнологического процесса | 6 | 4 | 2 |
| 4 | Основы генной и клеточной инженерии в биотехнологии | 8 | 4 | 4 |
| 5 | Промышленное получение продуктов микробиологического синтеза | 4 | 2 | 2 |
| 6 | Основы иммунобиотехнологии | 10 | 6 | 4 |
| 7 | Управление качеством в биотехнологическом производстве | 2 | – | 2 |
| 8 | Экологические аспекты биотехнологии | 2 | 2 | – |
| ***ВСЕГО:*** | | ***38*** | ***22*** | ***16*** |

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

**1. Введение в биотехнологию**

Понятие о биотехнологии. Основные факторы, обусловившие исторические этапы развития биотехнологии. Отрасли и приоритеты развития современной биотехнологии. Связь биотехнологии с другими науками. Особенности биотехнологических процессов. Основополагающие принципы биотехнологического производства.

**2. Объекты биотехнологического производства**

Характеристика биологических объектов, используемых в биотехнологическом производстве. Микроорганизмы как основные объекты биотехнологии. Принципы подбора биотехнологических объектов. Требования к продуцентам, используемым в биотехнологическом производстве. Методы совершенствования биообъектов. Селекция и направленное получение микроорганизмов-суперпродуцентов целевых продуктов.

**3. Промышленная организация биотехнологического процесса**

Сырьевая база биотехнологического производства. Требования, предъявляемые к питательным субстратам, использующимся в биотехнологических процессах. Питательные среды для ферментационных процессов. Природные сырьевые субстраты растительного происхождения. Отходы производства как потенциальные субстраты для культивирования биологических объектов.

Исходная обработка сырья в биотехнологическом производстве. Классификация питательных сред, используемых в условиях промышленного биотехнологического производства. Факторы, определяющие рост и биосинтетическую активность микроорганизмов-продуцентов. Конструирование питательных сред. Стерилизация питательных сред. Получение посевного материала.

Ферментация и биотрансформация. Промышленное культивирование микроорганизмов. Типы и режимы ферментаций. Основные параметры роста культур. Кинетические особенности фаз роста биомассы при ферментации. Зависимость выхода конечного продукта от потребленного субстрата.

Аппаратурное оформление биотехнологического производства. Устройство и принцип работы биореакторов. Характеристика биореакторов для аэробного и анаэробного культивирования микроорганизмов. Характеристика ферментеров по способу ввода энергии для перемешивания.

Слагаемые биотехнологического процесса. Массообменные процессы. Теплообменные процессы. Пенообразование. Пеногашение. Подготовка стерильного воздуха. Очистка отработанного воздуха.

Выделение и очистка конечных продуктов биотехнологического процесса. Состав культуральной среды, полученной в процессе выращивания микроорганизмов. Факторы, определяющие выбор метода выделения и очистки микроорганизмов и того или иного продукта микробного синтеза. Методы выделения целевых продуктов, находящихся в культуральной среде в виде твердой фазы. Методы выделения целевых продуктов, находящихся в культуральной среде в растворенном виде.

**4. Основы генной и клеточной инженерии в биотехнологии**

Основы клеточной инженерии в биотехнологии. Понятие о клеточной инженерии. Исторические аспекты. Применение клеточных культур.

Технология получения и культивирования линий растительных клеток. Основные направления применения культур изолированных клеток и тканей растений в биотехнологии. Тотипотентность растительных клеток. Способы культивирования растительных клеток. Калусная культура. Изолированный протопласт.

Технология получения и культивирования линий животных клеток. Основные типы культур животных клеток (первичные, диплоидные, перевиваемые (постоянные) культуры). Питательные среды, применяемые для культивирования животных клеток. Подходы к культивированию животных клеток (непроточные и проточные культуры). Направления в культивировании животных клеток (суспензионные и монослойные культуры). Гибридомная технология производства моноклональных антител.

Основы генной инженерии в биотехнологии. Понятие о генной инженерии. Исторические аспекты. Молекулярные основы генной инженерии.

Технология рекомбинантных ДНК. Характеристика ферментов, используемых в генной инженерии. Векторные системы, используемые для введения генетического материала в клетки микроорганизмов. Методы введения векторных систем в клетки микроорганизмов.

Методы анализа генов. Секвенирование нуклеиновых кислот. Блоттинг (Соузерн, Нозерн, Вестерн). Полимеразная цепная реакция. Сущность методов, техника постановки, учет и интерпретация результатов.

**5. Промышленное получение продуктов микробиологического синтеза**

Классификация продуктов биотехнологического производства. Практически значимые метаболиты микроорганизмов. Технологические аспекты получения биологических препаратов, используемых в ветеринарной медицине (антибиотиков, препаратов нормофлоры, витаминов и др.).

**6. Основы иммунобиотехнологии**

Понятие о врожденном и приобретенном иммунитетах и факторы, их определяющие. Естественный иммунитет и его формы. Искусственный иммунитет и его формы. Пути и цели создания искусственного иммунитета. Основные составляющие и пути функционирования иммунной системы.

Производство средств для активной иммунизации. Понятие о вакцинах. Исторические аспекты. Классификация вакцин. Состав вакцин. Механизм формирования иммунного ответа при вакцинации. Особенности технологии производства живых вакцин. Методы аттенуации микроорганизмов и вирусов. Особенности технологии производства инактивированных вакцин. Методы инактивации микроорганизмов и вирусов. Современные подходы к конструированию вакцин. Особенности технологии производства вакцин с использованием методов генной инженерии.

Производство средств для пассивной иммунизации. Гипериммунные сыворотки, их классификация и применение. Особенности промышленного производства гипериммунных сывороток. Иммуноглобулины, их биологическое значение и применение. Особенности промышленного получения иммуноглобулинов. Сыворотки реконвалесцентов. Иммунолактон.

**7. Управление качеством в биотехнологическом производстве**

Проблемы качества в биотехнологическом производстве. Надлежащие производственная (GMP) и лабораторная (GLP) практика применительно к биотехнологическому производству. Контроль качества биотехнологического производства. Управление рисками для качества биотехнологического производства.

**8. Экологические аспекты биотехнологии**

Роль биотехнологии в защите и оздоровлении биосферы. Биотехнологические методы утилизации твердых отходов. Биотехнологические методы очистки сточных вод. Биотехнологические методы очистки газо-воздушных выбросов.

**ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**ЛИТЕРАТУРА**

**Основная литература**

1. Ветеринарная биотехнология. Курс лекций : учебно-методическое пособие для студентов учреждений образования, обеспечивающих получение специального высшего образования по специальности «Ветеринарная медицина» / И. А. Красочко, А. Г. Кошнеров, Р. Б. Корочкин [и др.] ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины, Кафедра микробиологии и вирусологии. – Витебск : ВГАВМ, 2024. – 159 с.

**Дополнительная литература**

1. Биологические препараты для профилактики вирусных заболеваний животных: разработка и производство в Беларуси : монография /   
   П. А. Красочко, Н. А. Ковалев, И. В. Насонов [и др.] ; под ред. Н. А. Ковалева. – Минск : Беларуская навука, 2016. – 492 с.
2. Биотехнология. Ветеринарная иммунобиотехнология: учебно-методическое пособие для студентов по специальности «Ветеринарная фармация» / А. Г. Кошнеров, И. А. Красочко, Р. Б. Корочкин [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2023. – 92 с.
3. Ветеринарная фармацевтическая биотехнология : учебно-методическое пособие для студентов по специальности «Ветеринарная фармация». Ч. 1. Промышленная организация биотехнологических процессов / А. А. Вербицкий, А.Г. Кошнеров, Р. Б. Корочкин, Е. Р. Велева. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – 160 с.
4. Ветеринарная фармацевтическая биотехнология : учебно-методическое пособие для студентов по специальности «Ветеринарная фармация». Ч. 2. Промышленное получение целевых продуктов / А. А. Вербицкий, А. Г. Кошнеров, Ю. О. Асташенок, С. Н. Гвоздев. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – 160 с.
5. Галиуллин, А. К. Ветеринарная биотехнология : учебное пособие /   
   А. К. Галиуллин, Р. Я. Гильмутдинов, В. И. Плешакова. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2023. – 239 с.
6. Иммунохимические и молекулярно-генетические методы в биотехнологии и лабораторной практике : учебно-методическое пособие для студентов по специальностям «Ветеринарная медицина», «Ветеринарная фармация», магистрантов и аспирантов / А. А. Вербицкий, А. Г. Кошнеров, Р. Б. Корочкин [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 68 с.
7. Основы ветеринарной биотехнологии : учебно-методическое пособие для студентов по специальности «Ветеринарная медицина» / А. А. Вербицкий,   
   И. А. Красочко, А. Г. Кошнеров [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 132 с.
8. Средства специфической профилактики инфекционных болезней крупного рогатого скота и свиней : практическое пособие / П. А. Красочко, В. В. Максимович, В. А. Журба [и др.] ; под ред. П. А. Красочко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – 368 с.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ и выполнениюСАМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Организация самостоятельной работы студентов включает в себя использование обучающих тест-программ, наборов дидактических материалов для выполнения практических занятий, комплексов заданий для проверки качества полученных знаний, изучение лекционных материалов, конспектирование учебного, научного и практического материала, работу над рефератами, научно-исследовательскую работу студентов.

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущей и промежуточной аттестации студентов по учебной дисциплине.

**РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ**

**РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Для контроля качества усвоения знаний студентами рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий: устные опросы во время занятий; письменные контрольные работы по отдельным темам; защита подготовленного реферата; тестирование.

Оценка за ответы на практических занятиях включает в себя полноту ответа, наличие аргументов, примеров из практики и т.д.

При оценивании реферата обращается внимание на содержание и полноту раскрытия темы, структуру и последовательность изложения, источники и их интерпретацию, корректность оформления и т.д.

Формирование оценки за текущую успеваемость:

* устный опрос во время занятий – 20%;
* конспект учебного, научного и практического материала – 20%;
* письменные контрольные работы по отдельным темам – 10%;
* подготовка реферата – 20%;
* контрольные тесты – 30%.

**РЕКОМЕНДУЕМЫЕФОРМЫ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ**

В процессе изучения учебной дисциплины рекомендуется использование форм и методов обучения, которые способствуют повышению учебной мотивации студентов, ориентированы на их личностно-профессиональное развитие, активизацию и интеграцию знаний, умений, навыков, полученных в процессе обучения.

Основными методами и технологиями обучения, отвечающими целям и задачам изучения учебной дисциплины, являются:

* методы проблемного, эвристического обучения (проблемное изложение, частично-поисковый и исследовательский методы и др.);
* личностно ориентированные (развивающие) технологии, основанные на активных формах и методах обучения (кейс-метод, дискуссия, учебные дебаты, круглый стол и др.);
* коллективные формы и методы обучения (работа в командах, парах; приемы коллективного анализа и рефлексии);
* информационно-коммуникационные технологии, обеспечивающие проблемно-исследовательский характер процесса обучения и активизацию самостоятельной работы студентов (перевернутое учебное занятие, электронные презентации, использование видеоподдержки учебных занятий, разработка и применение на основе компьютерных и мультимедийных средств компетентностных (или эвристических) задач и творческих заданий, дополнение традиционных учебных занятий средствами взаимодействия на основе сетевых коммуникационных возможностей).