

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный
университет, НГУ)

Факультет естественных наук

Согласовано
Декан ФЕН
Резников В.А.


подпись

«10» октября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«БИОТЕХНОЛОГИЯ»

Направление подготовки: 06.03.01 Биология

Направленность (профиль): биология

Форма обучения : очная

Разработчики:

Зав. Лаб. бионанотехнологии, микробиологии и вирусологии,
Член-корр. РАН, профессор, д.б.н.

Нетёсов С.В.

Д.б.н., доцент

Ильичева Т.Н.

Руководитель программы

Д.б.н., профессор

Шестопалова Л.В.

Новосибирск, 2020

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся по дисциплине «Биотехнология»	5
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	5
5. Перечень учебной литературы	9
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся	9
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины	10
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	10
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Биотехнология»	11
10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины	12
11. Лист актуализации рабочей программы дисциплины «Биотехнология»	16
Приложение 1 Аннотация по дисциплине	
Приложение 2 Оценочные средства по дисциплине	

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
	знать	уметь	владеть
ОПК-11. Способность применять современные представления об основах современных биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	-основы биотехнологии; -современные представления о проблемах и перспективах биотехнологии; - роль биотехнологии в решении насущных проблем человечества.	- формулировать проблему и предлагать пути ее решения с использованием биотехнологических методов и подходов	- представлениями о методах генной, белковой и клеточной инженерии
ПК-3. Готовность применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии	-базовые общепрофессиональные знания, теории и методы современной биологии	- применять общепрофессиональные знания на практике	- навыками применения на производстве теоретических знаний, полученных во время изучения базовых общепрофессиональных дисциплин, и практических навыков, приобретенных в учебных лабораториях и практикумах

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Биотехнология» относится к вариативной части профессионального цикла и изучается в 7 семестре 4 года бакалавриата. Для ее освоения достаточно знаний, умений и компетенций, предусмотренных для бакалавров после 3 года обучения по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

Дисциплина «Биотехнология» имеет своей целью ознакомление студентов с понятийным аппаратом биотехнологии, историей разработок первых биотехнологических процессов, описанием современных видов и отраслей биотехнологии, кратким описанием основных стадий создания и процессов получения новых биотехнологических продуктов, с кругом этических проблем в биотехнологии и проблемами биобезопасности, которые имеют отношение к современному пониманию процессов и свойств биотехнологий и биотехнологических продуктов и их роли в современной жизни человека.

Курс призван дать студентам общее понимание состояния дел в области биотехнологических разработок и производств, расширить познания студентов в области современных медицинской, экологической, промышленной и сельскохозяйственной областей биотехнологии, а также ознакомить студентов с принципами создания новых биотехнологических продуктов и технологий. Комплекс знаний, предлагаемых курсом, объединяет современные представления из целого ряда дисциплин на стыке химии и биологии: геномики, генной инженерии, химии нуклеиновых кислот и белков, принципов ферментации бактериальных и грибковых культур, а также эукариотических клеток, хроматографии и др.

В рамках курса даются базовые представления об общих принципах биотехнологических процессов и технологий, истории развития биотехнологии как науки и инженерной дисциплины, о конкретных технологиях получения биологически активных веществ и технологиях переработки некоторых природных и неприродных субстанций, современных принципах разработки биотехнологических продуктов и процессов и тенденциях в этой области.

Основной задачей освоения дисциплины является усвоение студентами основных положений биотехнологии, принципов применения знаний о микроорганизмах для нужд человека, формирование умения применения полученных знаний для научно-исследовательской работы, производства и в сфере внепрофессиональной деятельности.

Дисциплина «Биотехнология» опирается на следующие дисциплины бакалавриата:

- Химия: неорганическая, органическая, аналитическая;
- Физическая химия (строение молекул, природа химической связи, электрохимия, химическая термодинамика, химическая кинетика);
- Органическая химия (классификация и номенклатура соединений, строение молекул);
- Молекулярная биология;
- Биохимия;
- Клеточная биология;
- Физиология;
- Иммунология;
- Микробиология

Результаты освоения дисциплины «Биотехнология» используются в следующих дисциплинах данной ООП:

- Комбинаторные принципы организации биополимеров;
- Мутагенез и репарация;
- Основы процессов сушки биологических и химических препаратов

3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся по дисциплине «Биотехнология»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 академических часов. Программой дисциплины предусмотрены 36 часов лекционных занятий, 2 часов консультаций, 2 часа контактной работы с преподавателем, 68 часов на самостоятельную работу студентов (включая поиск информации в интернете, прослушивание онлайн-курсов по специальности и подготовку к экзамену). Форма промежуточной аттестации – опрос.

№	Вид деятельности	Семестр 7
1	Лекции, ч	36
2	Занятия в контактной форме, ч,	40
3	из них аудиторных занятий, ч	36
4	в электронной форме, ч	-
5	консультаций, час.	2
6	промежуточная аттестация, ч	2
7	Самостоятельная работа, час.	68
8	Всего, ч	108

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

7 семестр

Лекции (36 ч)

Наименование темы и их содержание	Объем, час
Основы и история биотехнологии, основные понятия и определения	6
Экологические и промышленные биотехнологии	6
Биотехнологии антибиотиков и витаминов	6
Биотехнологии рекомбинантных белков	6
Пищевые и сельскохозяйственные биотехнологии, биотопливо	6
Некоторые этические вопросы и контроль применения биотехнологических методов	6

Самостоятельная работа студентов (68 ч)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	28
Подготовка к экзамену	40

Программа дисциплины

Программа курса лекций

Раздел 1. Основы и история биотехнологии, основные понятия и определения.

1.1. Цели и задачи биотехнологии. Биотехнология как направление научно-технического прогресса, опирающееся на междисциплинарные знания – *биологические* (генетика, биохимия, биофизика, микробиология, вирусология, физиология клеток растений и животных и др.), *химические* (химическая технология, физическая химия, органическая химия, биоорганическая химия, компьютерная и комбинаторная химия и др.), *технические* (процессы и аппараты, системы контроля и управления, автоматизированные комплексы, моделирование и оптимизация процессов и др.). Понятие биотехнологии как наборе технологических методик и приемов получения модифицированных биообъектов с целью придания им новых свойств и/или способности производить новые вещества.

1.2. История биотехнологии и этапы ее развития. Эмпирическая биотехнология. Научная биотехнология (работы Пастера). Современная биотехнология (установление структуры ДНК и природы гена). Реализация достижений молекулярной генетики, молекулярной биологии и биоорганической химии в развитии биотехнологии.

1.3. Характеристики и типы метаболизма и питания микроорганизмов, классификация питательных сред, компоненты и различные составы питательных сред, источники углерода, азота и ростовых факторов. Субстраты I поколения для получения белкововитаминных концентратов. Сахаросодержащие субстраты: отходы сахарной, спиртовой, целлюлозной промышленности, гидролизаты растительных отходов. Разнообразие типов питания микроорганизмов (автотрофия, гетеротрофия, фотолитотрофия, фотоорганотрофия, хемолитотрофия, хемоорганотрофия). Разнообразие источников углерода, азота, фосфора, серы и других элементов, используемых микроорганизмами.

1.4. Физиология энергетического обмена: использование клетками энергодающих процессов, их эффективность и зависимость от условий среды.

1.5. Основы культивирования микроорганизмов, понятие о микробных сообществах.

1.6. Отбор проб и пипетирование порций растворов микроорганизмов, помещения для работы с микроорганизмами, термостаты, термостатированные качалки, CO₂-инкубаторы, ферментеры, пастеризация и виды стерилизации.

1.7. Чистые культуры и способы культивирования микроорганизмов. Культивирование анаэробных микроорганизмов, способы хранения микроорганизмов,

1.8. Протопласты. Получение протопластов растений и грибов, реверсия протопластов к клеточным формам, культуры растительных тканей. Основные группы получаемых из растительных объектов биологически активных веществ. Техника протопластирования и слияния (фузии) клеток микроорганизмов. Возможность межвидового и межродового слияния. Ферменты, гидролизующие полимеры клеточной стенки прокариот и эукариот. Гибриды, получаемые после слияния протопластов и регенерации клеток. Слияние протопластов и получение новых гибридных молекул в качестве целевых продуктов. Протопластирование и активизация «молчащих генов». Возможности получения новых биологически активных веществ за счет активации «молчащих генов».

Раздел 2. Экологические, пищевые и промышленные биотехнологии.

2.1. Экологические биотехнологии. Технологии переработки сточных вод, получение биогаза из бытовых и промышленных отходов, биологическая очистка загрязненных почв, биодegradация некоторых промышленных отходов рекомбинантными микроорганизмами,

2.2. Проблемы биокоррозии, понятие о биогеотехнологиях.

Раздел 3. Биотехнологии производства антибиотиков и витаминов.

3.1. Биотехнологии производства различных антибиотиков. История разработки, общие сведения и принципы действия антибиотиков. Источники антибиотиков, объемы рынка антибиотиков. Сведения о механизмах действия антибиотиков. Способы усовершенствования производственных штаммов, ферментация и очистка антибиотиков. Бета-лактамы антибиотиков. Пептидные, гликопептидные, полиэфирные и нуклеозидные антибиотиков. Аминогликозидные антибиотиков. Тетрациклины, хиноны, хинолоны и другие ароматические антибиотиков. Поликетидные антибиотиков. Способы выявления и получения новых антибиотиков.

3.2. Биотехнологии производства витаминов. Общие сведения о мировом рынке и потребностях в витаминах. Витамины, производимые биотехнологическими и химическими методами.

3.3. Биотехнологии производства некоторых нуклеотидов. Мировые рынки нуклеозидов и нуклеотидов, объемы и направления их использования. Способы производства ИМФ и ГМФ. Способы получения других нуклеотидов.

Раздел 4. Пищевые и сельскохозяйственные биотехнологии.

4.1. Пищевые биотехнологии. История и основы производства пищевых продуктов биотехнологическими методами и виды микроорганизмов, используемые для этого. Переработка крахмала и других полисахаридов.

4.2. Производство хлеба и хлебобулочных изделий, роль микроорганизмов.

4.3. Производство молочных продуктов, роль и типы используемых микроорганизмов.

4.4. Основы производства пива и вина: роль каждого из компонентов.

4.5. Производство других продуктов с применением микроорганизмов. Микробиологическое производство индивидуальных органических кислот (лимонная, яблочная, аспарагиновая кислоты). Использование ферментов микробного происхождения для пищевой промышленности: производство пищевого этанола, виноматериалов, пива, хлебопекарских дрожжей; производство ферментных препаратов (рениноподобные протеиназы, глюкоизомеразы, бета-галактозидазы, бета-фруктофуранозидазы);

4.6. Пищевкусовые добавки; концентраты и изоляты белковых веществ); производство подсластителей - заменителей сахара (глюкозо-фруктозные сиропы, аспартам); производство консервантов (низина). Использование ферментов для текстильных, кожевенных технологий, при производстве стиральных порошков.

4.6. Сельскохозяйственные биотехнологии. Производство кормового белка – белка одноклеточных микроорганизмов. Промышленные штаммы-продуценты. Сырьевая база. Требования, предъявляемые к качеству готового продукта. Биомасса промышленных микроорганизмов как сырье для получения широкой гаммы продуктов различного назначения. Использование технологии утилизации различных отходов (целлюлозосодержащие материалы, молочная сыворотка, отходы пищевых и перерабатывающих производств).

4.7. Биотехнология растений, генно-инженерные сорта. Биотехнологии бактериальных и грибных средств защиты растений от вредных насекомых (инсектициды, фунгициды). Биотехнологии бактериальных удобрений. Производство стимуляторов роста растений гормональной природы.

Раздел 5. Биотехнологии белков.

5.1. Человек как продуцент иммунопрепаратов. Основные группы получаемых из крови человека биологически активных веществ. Этические проблемы, связанные с использованием человека как биообъекта и их преодоление с помощью возможностей генной инженерии. Биотехнологии получения инсулина: история вопроса и современное состояние.

5.2. Биотехнологии получения рекомбинантных белков: соматотропин, факторы и белки крови, гормоны, цитокины, ингибиторы ферментов, факторы роста и регуляторы. Совершенствование биообъектов традиционными методами мутагенеза и селекции. Вариационные ряды. Спонтанные мутации и их физическая природа. Индуцированные мутации. Физические и химические мутагены и механизм их действия. Направленный мутагенез (мутагенез *in vitro*). Проблемы генетической стабильности мутантов по признаку образования целевого биотехнологического продукта.

5.3. Биотехнологии получения ферментов и их использования в различных отраслях промышленности.

5.4. Принципы получения и использования моноклональных антител.

5.5. Иммуноферментный анализ.

5.6. Сорбенты для хроматографии белков.

5.7. Биотехнологии биотоплив. Виды биоэнергоносителей. Экономика биотоплива. Страны-лидеры в области производства биотоплива. Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии: низших спиртов, эфиров, метана, биодизелябиоконверсией органических отходов и растительного сырья.

Раздел 6. Контроль применения биотехнологических методов. Биоэтические проблемы биотехнологии.

6.1. Контроль экспериментов с рекомбинантными ДНК.

6.2. Контроль за производством и потреблением пищевых продуктов и добавок.

6.3. Контролируемое высвобождение генно-модифицированных микроорганизмов в окружающую среду.

5. Перечень учебной литературы

5.1. Основная литература

1. Волова Т. Г. Экологическая биотехнология. // Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 1999. – 252 с. (1 экз.)
2. Глик Б., Пастернак Ч. Молекулярная биотехнология. // Изд-во «Мир», Москва, 2002. (6 экз.)
3. Катлинский А. В. и др. Курс лекций по биотехнологии. // М.: Московская медицинская академия им. И. М. Сеченова. 2005. – URL: http://www.fptl.ru/biblioteka/biotehnologiya/katlinskyj_biotehnology.pdf
4. Фаллер Дж. М., Шилдс Д. Молекулярная биология клетки. // М.: Бином, 2013. (30 экз.)
5. Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия. // Изд-во «Бином», Москва, 2018. (1 экз.)

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

6. R. Renneberg. Biotechnology for Beginners. // Elsevier, Academic Press, 2014.
7. Алексеев Г. В., Антуфьев В. Т., Корниенко Ю. И., Пальчикова А. Н., Громцева А. С., Иванова М. А. Технологические машины и оборудование биотехнологий. // Изд-во «ГИОРД», С-Петербург, 2015.
8. Загоскина Н. В., Назаренко Л. В., Калашникова Е. А., Живухина Е. А. Биотехнология: теория и практика. // Изд-во «Оникс», Москва, 2009.
9. Леск А. Введение в биоинформатику. // Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009 – 318 с. (1 экз.)
10. Луканин А. В. Инженерная биотехнология: процессы и аппараты микробиологических производств. // Москва.- Инфра-М., 2016.
11. Льюин Б. Гены. // М.: Бином, 1987. (6 экз.)
12. Общая биотехнология, Учебник. Под ред. А. И. Мирошников, 3-е издание, доп. и перераб. // Саранск: Изд-во Мордов. Ун-та, 2019. 416 с.
13. Орехов С. Н. и др. Фармацевтическая биотехнология. – 2-е изд., перераб. и доп. // М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 432 с.
14. Пинаев Г. П. Клеточная биотехнология: учебно-методическое пособие / Пинаев Г. П., Блинова М. И., Николаенко Н. С., Полянская Г. Г., Ефремова Т. Н., Шарлаимова Н. С., Шубин Н. А. // СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 209 с.
15. Фрешни Р. Я. Культура животных клеток: Практическое руководство; пер. с 5-го англ. изд. Ю. Н. Хомякова, Т. И. Хомяковой // Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2011 – 691 с. (1 экз.)

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

Для освоения дисциплины «Биотехнология» используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-коммуникационная сеть Интернет.

Взаимодействие обучающихся с преподавателем осуществляется, помимо очного, через личные кабинеты преподавателя и студента в ЭИОС, электронную почту, через GoogleMeet и ZOOM.

7.1. Современные профессиональные базы данных:

www.scopus.com; www.wos.com; www.elibrary.ru;

7.2. Информационные справочные системы сайты:

PubMed

www.nih.gov

<http://molbio.ru>

biorosinfo.ru

<https://gmpnews.ru/terminologiya/biotechnology/>

<http://www.genetika.ru/journal/>

7.3. Онлайн-курсы:

<https://www.coursera.org/learn/industrial-biotech>

<https://www.coursera.org/learn/genes>

<https://www.coursera.org/specializations/systems-biology>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1. Перечень программного обеспечения

Windows Microsoft Office, Kaspersky internet Security, Adobe Reader

8.2. Информационные справочные системы

Не используются

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Биотехнология»

Для реализации дисциплины «Биотехнология» используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации;

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Реализация дисциплины в случае принятия противоэпидемических мероприятий осуществляется с применением электронного обучения на платформах GoogleMeeti ZOOM, позволяющим достигать запланированных результатов по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются следующие наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий:

- комплект лекций-презентаций по темам дисциплины;
- доступ в базу данных WWW.COURSERA.ORG.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

Виды/формы образовательных технологий

Преподавание курса ведется в виде лекций с показом основной информации на слайдах в формате MS PowerPoint или PDF. В ходе некоторых лекций студентам могут также предлагаться для общегруппового разбора задачи по соответствующим разделам курса.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов состоит в предоставлении им Программы курса лекций, списков литературы и полезных для освоения курса интернет-сайтов. Кроме того, на последней лекции курса студентам передается комплект PDF-файлов с иллюстрациями ко всем лекциям курса.

Обратная связь с аудиторией обеспечивается тем, что лектор может оперативно влиять на ход лекции, отвечая на актуальные и практически значимые для студентов вопросы по проблемам и достижениям в биотехнологии или помогая в разрешении затруднений или исправлении ошибок, возникших при понимании курса. В случае возникновения у студента трудностей с усвоением лекционного материала или решением задач предусмотрены также консультации во внелекционное время.

Преподаватели курса являются действующими специалистами в области биотехнологии и заинтересованы в освоении студентами основ этой дисциплины. В связи с этим студентам

иногда предлагается решать мини-задачи, построенные на основе современных исследовательских данных, полученных научными сотрудниками.

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Перечень результатов обучения по дисциплине «Биотехнология» и индикаторов их достижения представлен в виде знаний, умений и владений в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости:

Виды и формы текущего контроля по дисциплине «Биотехнология» предусмотрены в виде контроля посещаемости занятий и ответов на вопросы по окончании лекций.

Промежуточная аттестация:

Аттестация по дисциплине «Биотехнология» проводится в форме письменно-устного экзамена по билетам. Допуск к экзамену осуществляется только в том случае, если студент посетил более 70% лекций.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Молекулярная вирусология»

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
ОПК-11	Знать: - основы биотехнологии; - современные представления о проблемах и перспективах биотехнологии; - роль биотехнологии в решении насущных проблем человечества.	Экзамен
	Уметь: формулировать проблему и предлагать пути ее решения с использованием биотехнологических методов и подходов.	Экзамен
	Владеть: - представлениями о методах генной, белковой и клеточной инженерии.	Экзамен
ПК-3	Знать: --базовые общепрофессиональные знания, теории и методы современной биологии	Экзамен
	Уметь: - применять общепрофессиональные знания на практике	Экзамен
	Владеть - навыками: - применения на производстве теоретических знаний, полученных во время изучения базовых общепрофессиональных дисциплин, и практических навыков, приобретенных в учебных лабораториях и практикумах	Экзамен

Таблица 10.2 Пример оценивания ответов

Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценивания
<p>Экзамен:</p> <ul style="list-style-type: none"> – владение теоретическим и фактическим материалом, подкрепленным ссылками на научную литературу и источники, – полнота понимания и изложения причинно-следственных связей, – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, отсутствие затруднений в объяснении биотехнологических процессов и явлений, а также при формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий биотехнологии, – наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы. <p>При изложении ответа на вопрос(ы) экзаменационного билета обучающийся мог допустить непринципиальные неточности.</p>	<p><i>Отлично</i></p>
<p>Экзамен:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обоснованность теоретическим и фактическим материалом, подкрепленным ссылками на научную литературу и источники, – полнота понимания и изложения причинно-следственных связей, – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, наличие затруднений в объяснении отдельных биотехнологических процессов и явлений, а также при формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий биотехнологии при наличии незначительных ошибок, – наличие полных ответов на дополнительные вопросы с возможным присутствием ошибок. 	<p><i>Хорошо</i></p>
<p>Экзамен:</p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретический и фактический материал в слабой степени подкреплен ссылками на научную литературу и источники, – частичное понимание и неполное изложение причинно-следственных связей, – самостоятельность и осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации, в объяснении биотехнологических процессов, а также затруднений при формулировке собственных суждений, – корректность применения терминов и понятий биотехнологии, при наличии незначительных ошибок, – наличие неполных и/или содержащих существенные ошибки ответов на дополнительные вопросы. 	<p><i>Удовлетворительно</i></p>
<p>Экзамен:</p> <ul style="list-style-type: none"> – фрагментарное и недостаточное представление теоретического и фактического материала, не подкрепленное ссылками на научную литературу и источники, – непонимание причинно-следственных связей, – отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала, – грубые ошибки в применении терминов и понятий биотехнологии, – отсутствие ответов на дополнительные вопросы. 	<p><i>Неудовлетворительно</i></p>

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Формой текущего контроля при прохождении дисциплины «Биотехнология» являются контроль посещаемости занятий и контроль за ведением конспектов лекций.

Для того, чтобы быть допущенным к экзамену, студент должен в ходе обучения посетить не менее 70% лекционных занятий;

Учебно-методическое обеспечение дисциплины: при подготовке к лекциям и экзаменам студенты могут использовать рекомендованные преподавателем литературные источники, набор лекционных презентаций в PDF-формате, который передается студентам по окончании чтения курса лекций, и Интернет-ресурсы, а также любую доступную справочную литературу, изданную после 2010 года, программное обеспечение и базы данных.

Примеры вопросов и заданий для самостоятельной работы

1. Описать основные этапы биотехнологических процессов.
2. Какие опасения связаны с развитием молекулярной биотехнологии?
3. Описать историю развития биотехнологической промышленности за последние 40 лет.
4. Почему в биотехнологии применяется так много разных биосистем?
5. Чем отличаются прокариоты от эукариотов?
6. Каковы основные компоненты жидкой питательной среды?
7. Что такое первичная клеточная культура?
8. Иногда стратегия синтеза целевого белка включает получение его в виде химерного белка. В чем преимущество такого подхода?
9. Описать стратегию выделения рестриктазы EcoRI.
10. Как с помощью генной инженерии увеличить продукцию антибиотика данным штаммом *Streptomyces*?
11. Из чего состоит молочная сыворотка? Какие важные вещества из нее можно получить и как?
12. Как используются ферменты в промышленном производстве этанола?
13. Как следует модифицировать бактерии, обитающие в рубце коров, чтобы они снабжали коров незаменимыми аминокислотами?
14. Какие преимущества биоинсектицидов перед химическими инсектицидами?
15. Какие параметры необходимо строго контролировать при оптимизации процесса ферментации?
16. Как влияет присутствие в клетке рекомбинантной вакцины на ее рост?
17. Какой обработке подвергают клеточную суспензию по завершении ферментации?
18. Какую стратегию бы выбрали вы для очистки рекомбинантного белка, секретируемого в культуральную среду?
19. Каковы преимущества и недостатки механического разрушения клеток в сравнении с химическим?
20. Как с помощью генной инженерии получить сою с повышенным содержанием лизина?
21. Опишите основные способы получения растений, устойчивых к гербицидам.
22. Каким образом ингибиторы протеаз защищают растения от насекомых?
23. Как молочная железа животного может быть использована в качестве биореактора для производства целевых белков?
24. Как контролируется создание генно-инженерных организмов, предназначенных для высвобождения в окружающую среду?
25. Как патентование изобретений может влиять на развитие фундаментальной науки?

Вопросы билетов для подготовки к экзамену

1. Определение и типы биотехнологий.
2. Стадии биотехнологического процесса.
3. Биотехнологии в сельском хозяйстве: продукты и процессы.
4. Пищевые биотехнологии: продукты и процессы.
5. Производство хлеба: компоненты и процессы.
6. Процессы переработки крахмала и других полисахаридов.
7. Производство молочных продуктов: какие бактерии применяются и какие ферменты.
8. Производство сыра, процессы и ферменты. Почему нужен генно-инженерный фермент.
9. Производство пива: почему оно было изобретено первым.
10. История развития биотехнологии.
11. Биотехнологии витаминов.
12. История создания и производство антибиотиков.
13. Производство нуклеотидов и нуклеозидов.
14. Биотехнологии белков: общие принципы и наиболее важные белки.
15. История создания производства инсулина и способы его получения.
16. Соматотропин: история разработки и способы его получения.
17. Рекомбинантные цитокины: типы и способы получения.
18. Моноклональные антитела: как получают и для чего применяют.
19. Биотоплива: типы, виды и экономика.
20. Контроль применения биотехнологических методов

11. Лист актуализации рабочей программы дисциплины «Биотехнология»

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Ученого совета факультета естественных наук	Подпись ответственного