

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Институт фундаментальной и прикладной химии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев
«19» мая 2023 г.

Рабочая программа
«Основы биотехнологии»

Направление подготовки
04.03.01 Химия

Направленность (профиль)
«Медицинская и фармацевтическая химия»

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании института
протокол № 7 от «17» апреля 2023 года

Программа одобрена
НМК факультета биологии и экологии
протокол № 8 от «28» апреля 2023 года

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение теоретических основ биотехнологических процессов и их практического применения на предприятиях пищевой и фармацевтической промышленности.

Дисциплина обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом, способствует фундаментализации образования, отражает новейшие достижения в различных направлениях биотехнологии.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1, дисциплины по выбору. Шифр в соответствии с учебным планом Б1.В.ДВ.02.01.

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, необходимы для владения системой фундаментальных химических понятий и их применения в научно-производственной деятельности при реализации промышленных технологий, а также для продолжения обучения в магистратуре по направлению «Физико-органическая и фармацевтическая химия».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
Профессиональные компетенции		
ПК-6 Способен разрабатывать и внедрять технологические процессы при производстве лекарственных средств и других химических продуктов под руководством специалиста более высокой квалификации.	ПК-6.1 Готовит объекты для технологических исследований и разработок.	Знать: – разновидности и особенности биотехнологических процессов. Уметь: – анализировать экспериментальные данные. Владеть навыками: – оценки возможностей их применения в реализации промышленных технологий.
	ПК-6.2 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИОКР.	Знать: – химические основы биотехнологических процессов, их стадии. Уметь: – анализировать достоинства и недостатки каждого биотехнологического процесса, особенности и аспекты применения. Владеть навыками: – оформления полученных при выполнении лабораторных работ данных, формулировки выводов по полученным результатам; – применения основных естественнонаучных законов и закономерностей химической науки при анализе биотехнологических процессов.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 акад.ч.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)					Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам) Формы ЭО и ДОТ (при наличии)	
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		самостоятельная работа
1	Введение. Предмет и основные направления современной биотехнологии. Достижения промышленной микробиологии.	6	3		4	1		5	Самостоятельная работа 1. Отчет по лабораторной работе
2	Общее понятие о культивировании клеток микроорганизмов. Ферментация – основной этап биотехнологических производств микробиологической промышленности.	6	3		4	2		5	Доклад с презентацией. Отчет по лабораторной работе
3	Иммунная биотехнология. Принципы получения и применения моноклональных антител. Методы иммуноанализа.	6	3		6	2		5	Тест. Отчет по лабораторной работе
4	Инженерная энзимология. Производства на основе иммобилизованных ферментов в пищевой и фармацевтической промышленности.	6	3		6	2		5	Доклад с презентацией. Отчет по лабораторной работе. Самостоятельная работа 2
5	Понятие о генетической инженерии. ПЦР-метод и его практическое применение. Белковая инженерия.	6	3		8	3		5	Самостоятельная работа 3
6	Выделение и очистка целевого продукта биотехнологического процесса.	6	3		8	2		5	Доклад с презентацией. Отчет по лабораторной работе
							0,3	12,7	Зачет
	ИТОГО		18		36	11	0,3	42,7	

4.1 Информация о реализации дисциплины в форме практической подготовки

Информация о разделах дисциплины и видах учебных занятий, реализуемых в форме практической подготовки

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Место проведения занятий в форме практической подготовки
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Введение. Предмет и основные направления современной биотехнологии. Достижения промышленной микробиологии.	6			4				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
2	Общее понятие о культивировании клеток микроорганизмов. Ферментация – основной этап биотехнологических производств микробиологической промышленности.	6			4				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
3	Иммунная биотехнология. Принципы получения и применения моноклональных антител. Методы иммуноанализа.	6			6				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
4	Инженерная энзимология. Производства на основе иммобилизованных ферментов в пищевой и фармацевтической промышленности.	6			6				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
5	Понятие о генетической инженерии. ПЦР-метод и его практическое применение. Белковая инженерия.	6			8				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
6	Выделение и очистка целевого продукта биотехнологического процесса.	6			8				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
	ИТОГО				36				

Содержание разделов дисциплины

1. Введение. Предмет и основные направления современной биотехнологии. Достижения промышленной микробиологии.

- 1.1 Предмет биотехнологии. Отличительные черты, преимущества биотехнологических процессов. Биообъекты.
- 1.2 История биотехнологии.
- 1.3 Основные направления современной биотехнологии.
- 1.4 Применение биотехнологических подходов в производстве лекарственных средств
- 1.5 Основные достижения промышленной микробиологии на предприятиях.
- 1.6 Тенденции развития биотехнологии.

2. Общее понятие о культивировании клеток микроорганизмов. Ферментация – основной этап биотехнологических производств микробиологической промышленности.

- 2.1 Задачи культивирования клеток в биотехнологии.
- 2.2 Основные этапы культивирования клеток в биотехнологии.
- 2.3 Описание клеточных линий животных, используемых при биотехнологическом получении белков в пищевой промышленности.
- 2.4 Параметры получения целевого белка и остановки процесса культивирования в фармацевтической промышленности.
- 2.5 Конструктивные особенности биореакторов. Реакторы периодического и непрерывного действия.

3. Иммунная биотехнология. Принципы получения и применения моноклональных антител. Методы иммуноанализа.

- 3.1 Цитокины. Технология получения лекарственных средств на основе интерферонов. Их применение.
- 3.2 Классификации вакцин (по различным параметрам с примерами).
- 3.3 Получение вакцин разных типов.
- 3.4 Антитела. Технология получения препаратов моноклональных антител.
- 3.5 Классификация методов иммуноанализа. Перспективные технологии иммуноанализа.
- 3.6 Иммуноферментный анализ (ИФА) и его применение.

4. Инженерная энзимология. Производства на основе иммобилизованных ферментов в пищевой и фармацевтической промышленности.

- 4.1 Задачи и значение инженерной энзимологии.
- 4.2 Иммобилизованные ферменты и клетки микроорганизмов.
- 4.3 Методы иммобилизации ферментов. Преимущества иммобилизованных ферментов. Стабильность иммобилизованных ферментов.
- 4.4 Крупнотонажные производства на основе иммобилизованных ферментов в пищевой и фармацевтической промышленности.

5. Понятие о генетической инженерии. ПЦР-метод и его практическое применение. Белковая инженерия.

- 5.1 Основные этапы генетической на примере бактерий.
- 5.2 Способы получения генов.
- 5.3 Перспективы генетической инженерии.
- 5.4 ПЦР-метод и его практическое применение.
- 5.5 Белковая инженерия.

6. Выделение и очистка целевого продукта биотехнологического процесса.

- 6.1 Выделение и очистка целевого белка из культуральной среды.
- 6.2 Центрифугирование и его виды. Применение в биотехнологических процессах.
- 6.3 Методы фильтрации, типы фильтров.
- 6.4 Экстракция при переработке культуральной среды.

6.5 Очистка целевого продукта методами препаративной хроматографии. Разновидности методов и их применение в биотехнологии.

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и знакомит студентов с системой изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с задачами и целями данного курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. На лекции рассматриваются методические и организационные особенности изучения данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция – последовательное изложение учебного материала в виде монолога преподавателя с применением презентаций, видеоматериалов и таблиц по теме. Возможно также общение со студентами при рассмотрении примеров и фактов, знакомых из школьного материала или смежных учебных дисциплин. Требования к академической лекции: современный научный уровень, информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, современных фактов.

Лабораторное занятие предполагает рассмотрение неясных вопросов домашнего задания; ответы на контрольные вопросы по теме занятия. Выполнение лабораторной работы обеспечивает закрепление полученных теоретических знаний, обеспечивает освоение навыков самостоятельной лабораторной работы. Формулировка выводов по полученным результатам учит умению анализировать и обобщать полученные экспериментальные данные, развивает логическое мышление, помогает при выполнении выпускной работы бакалавра.

Консультации – групповые занятия, являющиеся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения задействованы аудитории, оборудованные для проведения лекций и консультаций, оснащенные компьютером и мультимедийным проектором, фонд библиотеки, компьютерная техника.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

Электронный учебный курс «Основы биотехнологии» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- представлены презентации лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о формах синхронного и асинхронного взаимодействий между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

При осуществлении образовательного процесса используются:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome;
- система ЭОС Moodle.

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются:

1. Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php
2. Электронно-библиотечная система «Юрайт» <https://www.urait.ru/>

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Егорова Т.А. Основы биотехнологии: Учебное пособие для вузов. / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. – М.: Академия, 2003. – 208 с.
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=303550&cat_cd=YARSU
2. Нетрусов А.И. Введение в биотехнологию: учебник для студ. учреждений высш. образования / А.И. Нетрусов. – М. : Издательский центр «Академия», 2014. – 288 с.
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=1827563&cat_cd=YARSU

б) дополнительная литература

1. Организация биотехнологического производства : учебное пособие для вузов / А.А. Красноштанова [и др.] ; под редакцией А.А. Красноштановой. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 170 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-13029-4. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/448767>

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

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

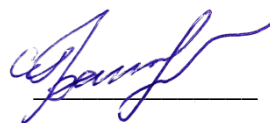
- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для лабораторных работ – списочному составу группы обучающихся.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Ст. преподаватель института
фундаментальной и прикладной химии



Е.Л. Грачева

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Основы биотехнологии»**

**Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

Задания для самостоятельной работы

Задания по теме 1. Введение. Предмет и основные направления современной биотехнологии. Достижения промышленной микробиологии.

- 1.1. Предмет биотехнологии. История развития.
- 1.2. Преимущества биотехнологических процессов.
- 1.3. Краткая характеристика основных направлений современной биотехнологии.
- 1.4. Основные достижения промышленной микробиологии на предприятиях.

Задания по теме 2. Общее понятие о культивировании клеток микроорганизмов. Ферментация – основной этап биотехнологических производств микробиологической промышленности.

- 2.1. Общее понятие о культивировании клеток.
- 2.2. Задачи культивирования клеток в биотехнологии.
- 2.3. Основные этапы культивирования клеток в биотехнологии.
- 2.4. Описание клеточных линий животных, используемых при биотехнологическом получении белков в пищевой промышленности.
- 2.5. Понятие о биореакторах и возможностях их применения в пищевой промышленности.
- 2.6. Типы биореакторов, принцип действия.

Задания по теме 3. Иммунная биотехнология. Принципы получения и применения моноклональных антител. Методы иммуноанализа.

- 3.1. Цитокины. Технология получения лекарственных средств на основе интерферонов. Их применение.
- 3.2. Классификации вакцин (по различным параметрам с примерами).
- 3.3. Получение вакцин разных типов.
- 3.4. Типы и особенности вакцин от коронавируса. Технология получения.
- 3.5. Антитела. Технология получения препаратов моноклональных антител.
- 3.6. Культивирование растительных клеток. Получение БАВ и лекарственных средств на их основе.

Задания по теме 4. Инженерная энзимология. Производства на основе иммобилизованных ферментов в пищевой и фармацевтической промышленности.

- 4.1. Задачи и значение инженерной энзимологии
- 4.2. Иммобилизованные ферменты и клетки микроорганизмов
- 4.3. Методы иммобилизации ферментов. Преимущества иммобилизованных ферментов. Стабильность иммобилизованных ферментов.
- 4.4. Ферментные препараты в пищевой промышленности. Получение и применение.
- 4.5. Крупнотоннажные производства на основе иммобилизованных ферментов и клеток в пищевой и фармацевтической промышленности.

Задания по теме 5. Понятие о генетической инженерии. ПЦР-метод и его практическое применение. Белковая инженерия.

- 5.1 Основные этапы ГИ на примере бактерий.
- 5.2 Способы получения генов.
- 5.3 Перспективы генетической инженерии.
- 5.4 ПЦР-метод и его практическое применение.
- 5.5 Белковая инженерия.

Задания по теме 6. Выделение и очистка целевого продукта биотехнологического процесса.

- 6.1 Центрифугирование и его виды. Применение в биотехнологических процессах.
- 6.2 Методы фильтрации, типы фильтров.
- 6.3 Экстракция при переработке культуральной среды.
- 6.4 Очистка целевого продукта методами препаративной хроматографии.
- 6.5 Разновидности методов и их применение в биотехнологии. Гель-фильтрация, ионная хроматография, хроматография гидрофобных взаимодействий, афинная хроматография.

Приведенные выше задания могут быть использованы в качестве тем для подготовки докладов с презентациями.

Правила выставления оценки по результатам доклада:

- *Отлично* выставляется обучающемуся, если он владеет категориальным аппаратом, оформил доклад согласно требованиям, может выступить с докладом, привести классификацию факторов явления и проанализировать полученные результаты, объяснить причины отклонений от желаемого результата, отстаивать свою точку зрения, приводя факты, может отвечать на вопросы.

- *Хорошо* выставляется обучающемуся, если он владеет категориальным аппаратом, оформил доклад согласно требованиям, имеются незначительные недочеты в оформлении, может выступить с докладом, привести классификацию факторов явления, может отвечать на вопросы.

- *Удовлетворительно* выставляется обучающемуся, если он владеет категориальным аппаратом, оформил доклад согласно требованиям, имеются значительные недочеты в оформлении, может выступить с докладом.

- *Неудовлетворительно* выставляется обучающемуся при отсутствии подготовленного доклада, сообщения и в случае полного несоответствия подготовленной информации заявленной теме.

Примеры проверочных заданий

Тестовые задания по теме 2 «Общее понятие о культивировании клеток микроорганизмов. Ферментация – основной этап биотехнологических производств микробиологической промышленности»

1. Параметры, по которым отличаются процессы культивирования микроорганизмов
 - а) содержание кислорода;
 - б) содержание водорода;
 - в) количество ферментеров;
 - г) состояние питательной среды;
 - д) наличие среды;
 - е) наличие или отсутствие перемешивания.

2. Простая периодическая культура, содержащая ограниченное первоначальное количество питательного субстрата, служит примером

- а) открытой системы;
- б) закрытой системы;
- в) смешанной системы;
- г) проточной системы.

3. Изучите особенности ферментационных аппаратов для производства лекарственных средств и ответьте на вопросы:

3.1 Перечислите особенности конструкции ферментеров и их назначение.

3.2 Как регулируют подачу воздуха в аппарат?

Пример ответа на вопрос 3: 3.1 Ферментер снабжен мешалкой (пропеллерной, турбинной) для обеспечения хорошего массообмена и специальным устройством для подачи стерильного воздуха определенной температуры - барботером. В нижней части аппарата имеются устройства для создания вихревых потоков, которые препятствуют образованию «застойных зон». Современные ферментеры снабжены контрольно-измерительной аппаратурой, которая обеспечивает контроль рН, температуры внутри ферментера, количества кислорода в среде, давления внутри аппарата и т.д.

3.2. Важность аэрации на стадии ферментации обусловлена тем, что большинство используемых микроорганизмов-продуцентов являются аэробами. Потребность в кислороде зависит от концентрации биомассы и ее метаболической активности, что требует регулирования скорости подачи воздуха в аппарат. Регуляцию осуществляют по совокупности параметров, характеризующих метаболическую активность культуры: скорости потребления углерода, азота, кислорода, интенсивности дыхания, изменения рН, концентрации растворенного кислорода, вязкости культуральной жидкости, концентрации биомассы и т.д.

Самостоятельная работа 2 по теме «Инженерная энзимология. Производства на основе иммобилизованных ферментов в пищевой и фармацевтической промышленности»

1. Перечислите минимум 4 достоинства и 2 недостатка иммобилизованных ферментов.
2. Кристаллический трипсин, трипсин на полиамидном полотне применяют для лечения ран.

А. Откуда получают этот фермент?

Б. Какой метод (методы) его стабилизации используют?

3. Выберите связи и функциональные группы, часто используемые для ковалентного связывания фермента с носителем при химической иммобилизации

А. азогруппа

Б. эфирная связь

В. дисульфидная связь

Г. амидная связь

Правила выставления оценки по результатам самостоятельной работы:

Письменная самостоятельная работа состоит из небольшого количества средних по трудности вопросов или заданий, требующих поиска обоснованного ответа. Письменная самостоятельная работа студента должна занимать не более 20-30 минут учебного занятия с разбором правильных решений на следующем занятии. В зависимости от уровня работы, студент получает за неё отметку «зачтено» или «не зачтено».

Критерии оценки письменной самостоятельной работы студента:

Зачтено: в письменной форме подготовлен развернутый ответ, содержащий основные знания по теме; логично представлен обобщающий материал по заданной проблеме.

Не зачтено: дано неправильное или же, в значительное степени, неполное раскрытие поставленной задачи с серьезными пробелами и сбоями в логике изложения материала; либо же письменный ответ по заданию не получен вовсе.

Сдача отчетов по лабораторным работам

По большинству тем курса студенты выполняют лабораторные работы, оформляют их в рабочей тетради, интерпретируя результаты эксперимента, затем защищают лабораторные работы, отвечая на вопросы преподавателя.

Правила выставления оценки по результатам лабораторной работы:

- *Отлично* выставляется, если обучающийся имеет глубокие знания учебного материала по теме лабораторной работы, показывает усвоение взаимосвязи основных понятий используемых в работе, смог ответить на все уточняющие и дополнительные вопросы, демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме лабораторной работы, определяет взаимосвязи между показателями задачи, даёт правильный алгоритм решения, определяет междисциплинарные связи по условию задания.

- *Хорошо* выставляется, если обучающийся показал знание учебного материала, усвоил основную литературу, смог ответить почти полно на все заданные дополнительные и уточняющие вопросы. Обучающийся демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме лабораторной работы, допуская незначительные неточности при решении задач, имея неполное понимание междисциплинарных связей при правильном выборе алгоритма решения задания.

- *Удовлетворительно* выставляется, если обучающийся в целом освоил материал лабораторной работы, ответил не на все уточняющие и дополнительные вопросы, обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, даёт неполный ответ, требующий наводящих вопросов преподавателя, выбор алгоритма решения задачи возможен при наводящих вопросах преподавателя.

- *Неудовлетворительно* выставляется обучающемуся, если он имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала лабораторной работы, который полностью не раскрыл

Фонды оценочных средств по дисциплине предусматривают проверку индикаторов достижения компетенций.

2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Список вопросов к зачету:

1. Предмет и значение биотехнологии. История развития.
2. Преимущества биотехнологических процессов.
3. Краткая характеристика основных направлений биотехнологии.
4. Основные достижения промышленной микробиологии на предприятиях.
5. Общее понятие о культивировании клеток.
6. Задачи культивирования клеток в биотехнологии.
7. Основные этапы культивирования клеток в биотехнологии.
8. Принципы получения посевного материала и его хранение для использования в биотехнологии.
9. Описание клеточных линий животных, используемых при биотехнологическом получении белков в пищевой промышленности.
10. Асептическая подготовка замороженных культур к посеву в питательную среду.

11. Асептическая подготовка клеточной культуры для выращивания в качалочном инкубаторе.
12. Автоматически контролируемые параметры роста клеточной популяции в биореакторе.
13. Параметры роста клеточной популяции в биореакторе, контролируемые вручную.
14. Параметры получения целевого белка и остановки процесса культивирования
15. Понятие о биореакторах, их предназначение.
16. Отличительные черты биотехнологических процессов в сравнении с чисто химическими.
17. Дифференциация биореакторов по отношению к виду культивирования и объему.
18. Принцип работы реакторов периодического действия.
19. Дополнительные возможности реакторов периодического действия с добавлением субстрата.
20. Требования к массопереносу веществ в биореакторах.
21. Обоснование выбора способа перемешивания в биореакторах.
22. Типы биореакторов по способу перемешивания.
23. Особенности механического перемешивания в биореакторах.
24. Конструкция биореакторов с механическим перемешиванием.
25. Задачи и значение инженерной энзимологии
26. Имобилизованные ферменты и клетки микроорганизмов
27. Методы иммобилизации ферментов. Преимущества иммобилизованных ферментов. Стабильность иммобилизованных ферментов.
28. Крупнотоннажные производства на основе иммобилизованных ферментов и клеток в пищевой и фармацевтической промышленности.
29. Основные этапы генетической инженерии на примере бактерий.
30. Способы получения генов.
31. Перспективы генетической инженерии.
32. ПЦР-метод и его практическое применение.
33. Белковая инженерия.
34. Применение современных методов разделения биомолекул на молекулярном и надмолекулярном уровнях.
35. Метод центрифугирования. Центрифуги фильтрующие и осадительные. Центрифуги-сепараторы.
36. Метод мембранной фильтрации. Разновидности метода мембранной фильтрации: обратный осмос; нанофильтрация; ультрафильтрация; микрофильтрация.
37. Диализ. Суть метода. Применение при изготовлении лекарственных средств.
38. Электродиализ. Применение на промышленных производствах.
39. Тенденции развития биотехнологии.

Оценка устного ответа на зачете

Устный ответ на зачете оценивается по 2 балльной системе.

Отметка **«зачтено»** ставится, если:

- знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы к зачету, так и на дополнительные;
- студент свободно владеет научной терминологией;
- ответ студента структурирован, содержит анализ существующих теорий, научных школ, направлений и их авторов по вопросу билета;
- логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;
- ответ характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;
- ответ иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики;

- студент демонстрирует умение аргументировано вести диалог и научную дискуссию.

Отметка «незачтено» ставится, если:

- обнаружено незнание или непонимание студентом сущностной части дисциплины;
- содержание вопросов билета не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно;
- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Основы биотехнологии» являются лекции и лабораторные занятия с использованием презентаций и видеоматериалов. Это связано с тем, что учебный материал содержит большое число таблиц, рисунков, схем, которые затем используются студентами в самостоятельной работе при подготовке к занятиям.

Очень важным компонентом занятий является выполнение лабораторных работ. По результатам проделанной работы студенты формулируют выводы, учатся интерпретировать результаты эксперимента на основе анализа литературных данных.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины самостоятельно студенту сложно. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым.

Завершающей формой контроля по данной дисциплине является зачет, подготовка к которому должна осуществляться преимущественно с использованием материалов лекций, заданий, выполняемых студентами на лабораторных занятиях и при подготовке к ним, а также учебной литературы, указанной в соответствующем разделе программы.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы студентов рекомендуется использовать литературу, указанную в разделе 8 данной программы.

Также для подбора учебной литературы рекомендуется использовать ряд интернет-ресурсов:

1. http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ: более 3000 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете.

2. <http://urait.ru> Электронно-библиотечная система «Юрайт»: мультидисциплинарный ресурс (учебная, научная и художественная литература, периодика)

3. <http://window.edu.ru/catalog> Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам": свободный доступ к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.