

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

Институт фундаментальной и прикладной химии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А.Маракаев

« 24 » мая 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**«Основы биотехнологии»**

Направление подготовки  
04.03.01 Химия

Направленность (профиль)  
«Медицинская и фармацевтическая химия»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании института  
от 14 апреля 2022 г., протокол № 8

Программа одобрена НМК  
факультета биологии и экологии  
протокол № 8 от 18 апреля 2022 г.

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
<b>Профессиональные компетенции</b>		
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.	<b>Знать:</b> – разновидности и особенности биотехнологических процессов. <b>Уметь:</b> – анализировать экспериментальные данные. <b>Владеть навыками:</b> – оценки возможностей их применения в реализации промышленных технологий.
	ПК-6.2 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИОКР.	<b>Знать:</b> – химические основы биотехнологических процессов, их стадии. <b>Уметь:</b> – анализировать достоинства и недостатки каждого биотехнологического процесса, особенности и аспекты применения. <b>Владеть навыками:</b> – 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
	<b>ИТОГО</b>		<b>18</b>		<b>36</b>	<b>11</b>	<b>0,3</b>	<b>42,7</b>	

#### 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
	<b>ИТОГО</b>				<b>36</b>				

## 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](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](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](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:

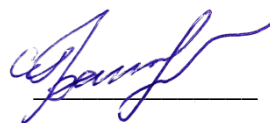
- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной 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.uni-yar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uni-yar.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.