

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

Кафедра ботаники и микробиологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«24» мая 2022 г.

**Рабочая программа**  
**«Основы биоинженерии и биотехнологии»**

Направление подготовки  
06.03.01 Биология

Направленность (профиль)  
«Биоэкология»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от «15» апреля 2022 года, протокол № 10

Программа одобрена НМК  
факультета биологии и экологии  
протокол № 8 от «18» апреля 2022 года

Ярославль

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «**Основы биоинженерии и биотехнологии**» являются: ознакомление студентов с основными направлениями современной инженерии живых систем и биотехнологий, перспективами их развития и применения.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «**Основы биоинженерии и биотехнологии**» относится к обязательной части Блока 1. Она базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин биохимия, молекулярная биология, генетика, микробиология и вирусология, физиология растений. Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины необходимы для прохождения преддипломной практики, в том числе научно-исследовательской работы, продолжения обучение в магистратуре по направлению «Биология», а также в научной и профессиональной деятельности.

## 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, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

<b>Формируемая компетенция (код и формулировка)</b>	<b>Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения</b>
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
<b>ОПК-5</b> Способен применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, геномной инженерии, нанобиотехнологии и молекулярного моделирования	<b>ОПК-5.1</b> Знает: - принципы современной биотехнологии, приемы генетической инженерии, основы нанобиотехнологии, молекулярного моделирования.	<b>Знать:</b> - принципы современной биотехнологии, приемы генетической инженерии, основы молекулярного моделирования.
	<b>ОПК-5.2</b> Умеет: - оценивать и прогнозировать перспективность объектов своей профессиональной деятельности для биотехнологических производств.	<b>Уметь:</b> - оценивать и прогнозировать перспективность использования различных биологических объектов для биотехнологических производств.
	<b>ОПК-5.3</b> Владеет: - приемами определения биологической безопасности продукции	<b>Владеть:</b> - методами молекулярно-генетического, биохимического и микробиологического анализа биологической безопасности

	биотехнологических и биомедицинских производств.	продукции биотехнологических и биомедицинских производств.
<b>ОПК-7</b> Способен применять современные информационно-коммуникационные технологии для решения стандартных профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности	<b>ОПК-7.1</b> Знает: - принципы анализа информации, основные справочные системы, профессиональные базы данных, требования информационной безопасности.	<b>Знать:</b> - принципы анализа научной информации, позволяющие получать необходимую информацию из интернет-ресурсов и баз данных, проводить анализ и обобщение полученной информации.
	<b>ОПК-7.2</b> Умеет: - использовать современные информационные технологии для саморазвития и профессиональной деятельности и делового общения.	<b>Уметь:</b> - использовать современные информационные технологии для саморазвития и профессиональной деятельности и делового общения; - пользоваться научными поисковыми системами.
	<b>ОПК-7.3</b> Владеет: - культурой библиографических исследований и формирования библиографических списков.	<b>Владеть:</b> - навыками написания научных текстов и составления библиографических списков по разрабатываемой теме.

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 акад. часа.

№ 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	История, предмет и основные направления современной биотехнологии. Преимущества биотехнологического производства. Правовая база биотехнологий.	7	1					2	Фронтальный опрос
2	Генетическая инженерия. История. Методологические основы. Успехи и перспективы генетической инженерии.	7	2	2				3	Фронтальный опрос Задания для самостоятельной работы
3	Трансгенез. Методы переноса генов в клетку. Редактирование генома. Мониторинг трансгенов.	7	2	2				2	Фронтальный опрос Задания для самостоятельной работы
4	Клеточная инженерия животных. Методологические основы. Практическое значение и перспективы.	7	2	3				3	Фронтальный опрос Задания для самостоятельной работы
5	Иммунная биотехнология. Моноклональные антитела и их применение.	7	3	2				3	Фронтальный опрос Задания для самостоятельной работы
6	Белковая инженерия. Направления исследований в белковой	7	2	3				3	Фронтальный опрос Задания для самостоятельной

	инженерии.								работы
7	Инженерная энзимология, иммобилизованные ферменты.	7	2	2				3	Фронтальный опрос Контрольная работа по темам 5-7
8	Основные направления промышленной микробиологии.	7	1					2	Тест
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					0,5		2	Тест для самопроверки №1 в ЭУК в LMS Moodle
9	Производство продуктов питания, кормового и пищевого белка, препаратов для борьбы с насекомыми и вредителями, биоудобрений.	7	2	3				2	Фронтальный опрос
10	Биогеотехнология. Биоремедиация. Биотопливо. Переработка отходов производства и потребления.	7	2	4				2	Фронтальный опрос
11	Биосенсоры. Биоповреждения.	7	2					2	Фронтальный опрос
12	Современная биотехнология растений, как наука и отрасль производства	7	2	3				2	Фронтальный опрос
13	Культивирование растительного материала <i>in vitro</i>	7	2	2				2	Фронтальный опрос
14	Молекулярные и клеточные технологии инженерии растений	7	2	2				2	Контрольная работа
15	Продукты биотехнологии растений и их использование	7	1					2	Фронтальный опрос
						8	0,3	3,7	Зачет  При подготовке к зачету: Тест для самопроверки по результатам освоения дисциплины
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							2	Тест для самопроверки по результатам освоения дисциплины ЭУК в LMS Moodle
	<b>Всего</b>		<b>28</b>	<b>28</b>		<b>8</b>	<b>0,3</b>	<b>43,7</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					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	История, предмет и основные направления современной биотехнологии. Преимущества биотехнологического производства. Правовая база биотехнологий.	7							
2	Генетическая инженерия. История. Методологические основы. Успехи и перспективы генетической инженерии.	7		2					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
3	Трансгеноз. Методы переноса генов в клетку. Редактирование генома. Мониторинг трансгенов.	7		2					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
4	Клеточная инженерия животных. Методологические основы. Практическое значение и перспективы.	7		3					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
5	Иммунная биотехнология. Моноклональные антитела и их применение.	7		2					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
6	Белковая инженерия. Направления	7		3					Факультет биологии и экологии ЯрГУ

	исследований в белковой инженерии.								
7	Инженерная энзимология, иммобилизованные ферменты.	7		2					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
8	Основные направления промышленной микробиологии.								
9	Производство продуктов питания, кормового и пищевого белка, препаратов для борьбы с насекомыми и вредителями, биоудобрений.			3					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
10	Биогеотехнология. Биоремедиация. Биотопливо. Переработка отходов производства и потребления.			4					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
11	Биосенсоры. Биоповреждения.								
12	Современная биотехнология растений, как наука и отрасль производства			3					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
13	Культивирование растительного материала <i>in vitro</i>			2					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
14	Молекулярные и клеточные технологии инженерии растений			2					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
15	Продукты биотехнологии растений и их использование								
	<b>Итого</b>			<b>28</b>					

Содержание разделов дисциплины:

**Тема 1. История, предмет и основные направления современной биотехнологии. Преимущества биотехнологического производства. Правовая база биотехнологий.**

Биотехнология. Предмет. Цели и задачи биотехнологии. Преимущества биотехнологических процессов. История биотехнологии. Основные направления современной биотехнологии. промышленная микробиология, инженерная энзимология и белковая инженерия, прикладная генетическая инженерия, клеточная инженерия животных и растений, прикладная вирусология, технологическая биоэнергетика и др. Биотехнологии для человека. Достижения биотехнологии. Законодательство РФ в сфере биотехнологий.

## **Тема 2. Генетическая инженерия. История. Методологические основы. Успехи и перспективы генетической инженерии.**

Введение.

Предмет, задачи и перспективы развития генетической инженерии Особенности генетической инженерии как науки. Разделы ГИ. Предпосылки генетической инженерии. Успехи микробиологии, вирусологии, биохимии. Этапы развития. Методы ГИ.

## **Тема 3. Трансгеноз. Методы переноса генов в клетку. Редактирование генома. Мониторинг трансгенов.**

Трансгеноз. Естественные методы генетической рекомбинации. Генетическая модификация организмов *in vivo*, *in vitro*. Принципиальная схема ГИ-работ. Структура генов про- и эукариота, современные представления. Методы получения генов. Химический и ферментативный синтез генов. Выделение генов из природных источников. Идентификация и клонирование генов. Методы переноса генов в клетку. Векторы в ГИ, требования к вектору. Свойства векторов. Клонирование и скрининг. Библиотеки генов. Регуляция работы генов. Редактирование генома. Нокаут генов. Мониторинг трансгенов. Достижения ГИ.

## **Тема 4. Клеточная инженерия животных. Методологические основы. Практическое значение и перспективы.**

Клеточная инженерия животных предпосылки. Тотипотентность. Понятие. Культивирование и перенос эмбрионов. Клонирование животных. Химеры. Создание трансгенных животных, этапы. Вспомогательные репродуктивные технологии. Достижения клеточной инженерии.

## **Тема 5. Иммунная биотехнология. Моноклональные антитела и их применение.**

Основные составляющие и пути функционирования иммунной системы. Иммуномодулирующие агенты: иммуностимуляторы и иммуносупрессоры (иммунодепрессанты). Усиление иммунного ответа с помощью иммунобиопрепаратов.

Биотехнология вакцин. История и классификация вакцин. Бактериальные и вирусные вакцины для профилактики инфекционных заболеваний. Комбинированные вакцины.

Различные технологии получения вакцин. Вакцины на основе рекомбинантных протективных антигенов или живых гибридных носителей. Технологическая схема производства вакцин и сывороток. Создание вакцин нового типа: генно-инженерные вакцины, растительные вакцины, пептидные вакцины, рибосомальные вакцины, ДНК-вакцины.

Биотехнология иммуноглобулинов. Иммуноглобулины крови человека. Механизмы иммунного ответа на конкретный антиген. Разнообразие антигенных детерминантов. Гетерогенность (поликлональность) сыворотки. Преимущества при использовании моноклональных антител. Технология производства моноклональных антител.

Области применения моноклональных антител. Моноклональные антитела в медицинской диагностике. Методы анализа, основанные на использовании моноклональных антител. Иммуноферментный анализ (ИФА).

Моноклональные антитела в терапии и профилактике. Перспективы высокоспецифичных вакцин, иммунотоксинов. Методы повышения направленности транспорта лекарств. Включение моноклональных антител в оболочку липосом.

Моноклональные антитела как специфические сорбенты при выделении и очистке биотехнологических продуктов.



## **Тема 6. Белковая инженерия. Направления исследований в белковой инженерии.**

Введение в белковую инженерию. Определение белковой инженерии. Задачи белковой инженерии. Тенденции развития белковой инженерии.

Белки. Аминокислотный состав белков. Структурная организация белков: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры.  $\alpha$ -спираль и  $\beta$ -структура белка. Посттрансляционная модификация белков. Процесс формирования пространственной структуры белка - фолдинг.

Технологии получения рекомбинантных белков. Системы экспрессии генов в бактериальных клетках. Проблемы экспрессии чужеродных генов в микроорганизмах. Обеспечение возможности экспрессии генов млекопитающих в микробной клетке. Клетки дрожжей как экспрессирующие системы. Системы экспрессии, основанные на культуре клеток растений. Системы экспрессии, основанные на культуре клеток животных. Бесклеточные системы синтеза белка.

Направленная модификация белков. Методы направленного мутагенеза. Получение делеций и вставок. Случайный мутагенез и селекция белков с определенной функцией (молекулярная эволюция). Методы введения случайных мутаций: химический мутагенез, синтез ДНК с ошибками. Методы отбора белков с требуемыми свойствами.

Создание химерных и мультифункциональных белков. Создание белков с гибридными свойствами. Создание искусственных белков *denovo*.

## **Тема 7. Инженерная энзимология, иммобилизованные ферменты.**

Предмет, задачи, история развития инженерной энзимологии. Фундаментальные и прикладные аспекты инженерной энзимологии. Основные направления развития.

Структурно-функциональные особенности биокатализа. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах.

Понятие о ферментах и ферментных препаратах. Источники ферментов. Получение ферментных препаратов из сырья растительного и животного происхождения, с помощью микроорганизмов. Методы выделения и очистки. Определение активности ферментов и ферментных препаратов.

Ферменты в экстремальных условиях. Стабилизация ферментов в биотехнологических системах. Методы стабилизации. Химическая модификация ферментов. Экстремозимы. Термозимы. Использование экстремозимов в биотехнологии.

Иммобилизованные ферменты. Иммобилизация ферментов. Носители для иммобилизации ферментов. Методы иммобилизации ферментов. Ферменты в пищевой, химической и фармацевтической промышленности.

## **Тема 8. Основные направления промышленной микробиологии.**

Основные направления современной промышленной микробиологии, круг решаемых вопросов. Направления промышленной микробиологии в контексте Комплексной программы развития биотехнологий в Российской Федерации.

Понятие «продуценты», организмы-продуценты. Методы культивирования.

## **Тема 9. Производство продуктов питания, кормового и пищевого белка, препаратов для борьбы с насекомыми и вредителями, биоудобрений.**

Бродильные производства. Промышленное получение коммерчески ценных видов сырья.

Производство продуктов питания.

Производства, основанные на получении микробной биомассы: получение кормового и пищевого белка, лекарственных препаратов, биопестицидов, биоудобрений.

Тонкий микробный синтез: получение биологически активных веществ (антибиотиков, гормонов, витаминов, ферментов и др.).

Экологические аспекты микробиологической промышленности.

#### **Тема 10. Биогеотехнология. Биоремедиация. Биотопливо. Переработка отходов производства и потребления.**

Направления биогеотехнологии. Использование микроорганизмов в процессах выщелачивания металлов из руд. Виды выщелачивания. Выщелачивание меди, золота.

Проблема остаточной нефти и пути решения. Использование микроорганизмов для повышения нефтеотдачи пластов.

Экологические биотехнологии. Биоремедиация: принципы, подходы, проблемы. Биостимуляция *insitu*, биостимуляция *invitro*, биоаугментация.

Биоремедиация природных сред при загрязнении их углеводородами. Основные подходы. Биопрепараты на основе микроорганизмов.

Экологические проблемы использования традиционных видов топлива. Биотопливо: виды, особенности производства, преимущества биотоплива.

Переработка отходов производства и потребления.

Биологическая очистка сточных вод.

#### **Тема 11. Биосенсоры. Биоповреждения.**

Определение понятия «биосенсор», актуальность развития биосенсорной техники, принцип действия биосенсора.

Микробные биосенсоры, их применение.

Признаки биоповреждений материалов и их причины. Основные возбудители биоповреждений.

Основные подходы в борьбе с биоповреждениями.

#### **Тема 12. Современная биотехнология растений, как наука и отрасль производства**

Биотехнология высших растений – цель, задачи и предмет. Объекты культивирования. Преимущества фитобиотехнологии. Эмпирический, этиологический, биотехнический и генотехнический периоды истории развития. Основная терминология. Использование в качестве модели для изучения жизнедеятельности растений. Культура клеток как модель для исследования фотосинтеза, минерального питания, устойчивости, роста и развития растений.

Вторичный метаболизм в клетках *in vitro*. Значение в изучении метаболизма клеток (для клеточной биологии). Практическое применение метода культуры клеток и тканей. Адекватность клеток растений *in vitro* в качестве модели для физиологических процессов. Культура клеток как инструмент в промышленной биотехнологии. Культуры клеток как продуценты ценных биологически-активных веществ. Масштабирование процесса культивирования. Двухфазное культивирование, биотрансформация. Культура клеток как инструмент в сельскохозяйственной биотехнологии.

Современное состояние мирового рынка природных веществ и тенденции развития биотехнологий лекарственных растений в производстве фармацевтически важных продуктов. Коммерчески выгодные биотехнологические продукты растительного происхождения. Растения как идеальные «биореакторы» для получения рекомбинантных терапевтических белков, преимущества растительных «молекулярных ферм». Интеграция биотехнологии с биоинформатикой, нанотехнологией, метаболомикой и другими науками.

#### **Тема 13. Культивирование растительного материала *in vitro***

Общие, специальные и специфические методы, используемые в биотехнологии. Основные принципы культивирования растительного материала *in vitro*. Культура клеток и тканей. Типы эксплантов: способы получения и методы стерилизации. Выделение апикальных меристем. Культура незрелых зародышей. Выделение клеток, их групп и

тканей. Стерилизация эксплантов и введение в культуру *in vitro*. Методы культивирования клеток и тканей. Каллусные и суспензионные культуры.

Каллусогенез в культуре растительных клеток и тканей. Особенности каллусных клеток, культивируемых на твердых питательных средах. Дедифференциация тканей высших растений *in vitro*. Первичный каллусогенез. Морфологические, физиологические, биохимические и генетические характеристики каллусов. Рост каллусных культур. Дифференциация в культуре клеток *in vitro*. Индукция дифференциации. Типы дифференциации. Гистогенез, вегетативный и флоральный органогенез. Униполярный и биполярный морфогенез (соматический эмбриогенез). Факторы, влияющие на дифференциацию в культуре клеток. Гормональная регуляция в культуре клеток и тканей *in vitro*. Методы селекции *in vitro*. Соматональная изменчивость. Генетические механизмы возникновения соматональных вариантов. Клеточная селекция и индуцированный мутагенез. Морфогенез растений в культуре *in vitro*: особенности и значение. Технология культивирования. Перспективы использования в практике.

Получение суспензионных культур клеток. Способы культивирования суспензий. Морфологические, физиологические, биохимические и генетические характеристики суспензионных культур. Кривая роста, фазы ростовой кривой. Способы повышения продуктивности. Физиологическая характеристика клеток на разных фазах роста. Количественные характеристики роста. Турбидостатный и хемостатный режимы культивирования. Периодический и непрерывный режимы культивирования. Техника выделения биотехнологических продуктов из клеточной массы и культуральной жидкости. Отделение биомассы от культуральной жидкости (флотация, фильтрация, ультрацентрифугирование). Выделение продуктов из клеточной биомассы и культуральной жидкости: осаждение, экстракция, адсорбция.

Гетерогенность культур по различным признакам как основа устойчивости популяции. Клеточный цикл в клетках *in vitro*. Синхронизация. Использование специальных режимов культивирования (хемостат, турбидостат, закрытый проток) для характеристики популяции растительных клеток *in vitro*.

Культура свободноживущих клеток высших растений как уникальная биологическая система. Источники клеток. Методы «кормящего слоя» и «ткани-няньки». Биологическое значение. Теоретическое и практическое значение. Получение растений из отдельных клеток.

Культура изолированных протопластов. Методы получения и культивирования. Физические, химические и химико-ферментативные методы разрушения клеток. Особенности применения ферментативных препаратов. Условия получения жизнеспособных протопластов. Методы «жидких капель» и «платирования». Условия культивирования протопластов. Манипуляции с изолированными протопластами. Значение культуры протопластов растительных клеток для моделирования физиологических процессов. Регенерация клеток из протопластов.

#### **Тема 14. Молекулярные и клеточные технологии инженерии растений**

Использование протопластов для клеточной селекции. Соматическая (парасексуальная) гибридизация. Виды соматических гибридов и их анализ. Проблема селективного маркера. Перенос клеточных органелл. Получение растений из отдельных клеток в качестве селекционного материала. Преодоление стерильности у отдаленных гибридов. Гаплоидия и дигаплоидия в системах *in vitro*. Гиногенез, андрогенез. Совместное культивирование автотрофных и гетеротрофных клеток. Цели создания ассоциаций. Биологическое значение. Перспективы.

Микроклональное размножение. Факторы, влияющие на процесс клонального микроразмножения. Практическое значение. Оздоровление посадочного материала. Микрочеренкование.

Генная инженерия растений. Теоретическая и практическая значимость. Трансгенные растения. Методы получения. Векторы переноса генетической информации у растений. Регенерация трансформированных клеток, экспрессия и генетическая стабильность чужеродных генов. Практические задачи, решаемые с помощью трансгенных растений. Список трансгенных растений. Проблемы, связанные с генетически модифицированными растениями. Перспективы генной инженерии растений.

### **Тема 15. Продукты биотехнологии растений и их использование**

Виды биотехнологической продукции, их характеристика и основные потребители. Растения как важные источники фармакологически ценных вторичных метаболитов. Вторичный метаболизм в клетках *in vitro*. Проблема синтеза первичных и вторичных метаболитов. Влияние условий культивирования на продуктивность ткани. Стратегии увеличения биосинтетического потенциала клеток. Селекция штаммов-сверхпродуцентов. Оптимизация сред и режимов культивирования для аккумуляции биомассы и БАВ.

Растительные биотехнологии и сохранение биоразнообразия. Клеточные технологии в растениеводстве и хранении культур клеток, тканей. Коллекции растительных объектов *in vitro*. Пересадочные и депонированные коллекции. Криосохранение культур клеток и меристем. Банк клеток и тканей.

## **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 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.

**Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

**Самостоятельная работа** студентов направлена на углубление и закрепление знаний, развитие практических умений и включает: подготовку индивидуальных домашних заданий (рефератов); подготовка к контрольным работам, зачету.

Самостоятельная работа студентов включает использование библиотечного фонда и электронно-библиотечной системы, подготовку рефератов по темам с использованием дополнительной литературы и журналов «Биотехнология», «Основы биоинженерии и биотехнологии», «Генетика» и др. В период самостоятельной подготовки студенты имеют возможность обсудить заданные вопросы с преподавателем.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом: публичное представление реферата с использованием презентационных материалов; выполнение заданий текущего и промежуточного контроля; взаимное оценивание выступлений и дискуссии на коллоквиуме.

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

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

- представлена информация о дисциплине, тематический план проведения занятий, форма аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена методическая литература и задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- представлены тестовые задания;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены вопросы к зачету;
- осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

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

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

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

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

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

1. Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)
2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ  
[http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт» <https://urait.ru/>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.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., Клунова С.М., Живухина Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие для вузов. – М.: Академия, 2003. – 208 с.

2. Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Под. ред. Т.П. Мосоловой, А.А. Синюшина. – М., БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 327с.

**б) дополнительная литература**

1. Нетрусов А.И. Введение в биотехнологию: учебник для вузов. – М.: Академия, 2014. – 281 с.

2. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия: учеб.-справ. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. – 496 с.

3. Альбертс Б., Брей Д., Льюис Дж. Молекулярная биология клетки: в 3-х т. – М.: Мир, 1995. – 1554 с.

**в) ресурсы сети «Интернет»**

Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ  
([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php))

**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 практических занятий (семинаров);
- 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.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (персональный компьютер, мультимедийная установка, настенный проекционный экран).

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.

Для проведения практических занятий используются: персональный компьютер, мультимедийная установка, настенный проекционный экран.

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

Для проведения лабораторных работ используются: амплификатор, камера для электрофореза и источник питания, трансиллюминатор, центрифуги; спектрофотометр; рН-метр; фотоэлектроколориметр; аналитические весы; технические весы; термостат; пробирки; воронки; мерные цилиндры; мерные стаканы; стеклянные палочки; фильтровальная бумага; марля; скальпели; пинцеты; препаровальные иглы; ножницы; автоматические пипетки; химические реактивы.

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





Авторы:

Доцент кафедры ботаники и микробиологии, к.б.н.

Доцент кафедры морфологии, к.б.н.

Доцент кафедры ботаники и микробиологии, к.б.н.

Доцент кафедры ботаники и микробиологии, к.б.н.

 Ю.В. Зайцева  
 М.И. Ковалева  
 Г.В. Кондакова  
 О.А. Маракаев

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

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,  
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,  
характеризующих этапы формирования компетенций**

**1.1 Контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущей аттестации**

**Контрольные вопросы по теме 1.**

**История, предмет и основные направления современной биотехнологии.**

1. Что такое технология? Основные классы технологий. Примеры.
2. Предмет и задачи Биотехнологии.
3. Методология Биотехнологии.
4. История развития БТ
5. Преимущества биотехнологических процессов.

**Контрольные вопросы по теме 2.**

**Генетическая инженерия. История. Методологические основы. Успехи и перспективы генетической инженерии.**

1. Особенности генетической инженерии как науки.
2. Предпосылки возникновения и этапы развития ГИ.
3. Перспективы развития генетической инженерии.
4. Основные этапы становления и развития.
5. Принципиальная схема ГИ-работ.
6. Эволюция представлений о гене
7. Структура генов прокариота
8. Эксперессия генов прокариота. Оперонный принцип организации генома прокариот
9. Особенности строения генов эукариота.
10. Методы получения чистых генов.
11. Клонотеки (библиотеки генов). Поиск гена в клонотеке
12. ПЦР. Типы ПЦР. Значение ПЦР для ГИ.
13. Секвенирование. Типы. Ограничения.
14. Какое значения для ГИ имеет явление обратной транскрипции?
15. Явления рестрикции. Использование ферментов рестрикции в ГИ. Получение липких концов.
16. Векторы в ГИ, требования к векторам, их свойства.
17. Плазмиды как векторы в ГИ. Особенности плазмид как векторов.
18. Вирусы, как векторы.
19. Фаги как векторы в ГИ. Гибридные фаги.
20. Хлоропластная и митохондриальная ДНК как векторы.

**Контрольные вопросы по теме 3.**

**Трансгенез. Методы переноса генов в клетку. Редактирование генома. Мониторинг трансгенов.**

1. Трансгенез. Естественные механизмы трансгенеза в природе.
2. Методы введения гесДНК (рекомбинантной ДНК) в клетку.

3. Введение гена эукариот в клетку прокариота. Особенности эксперессии в прокариоте.
4. Генетическая трансформация E.coli, представителей p.Bacillus.
5. отбор клеток после генетической трансформации.
6. Введение генов в клетки млекопитающих
7. Введение генов в клетки растений. Генинженерия растений, задачи и достижения
8. Генетическая трансформация соматических клеток млекопитающих. Генотерапия.

#### **Темы докладов:**

1. Векторы в ГИ, требования к векторам, их свойства.
2. Плазмиды как векторы в ГИ. Особенности плазмид как векторов.
3. Вирусы, как векторы.
4. Фаги как векторы в ГИ. Гибридные фаги.
5. Хлоропластная и митохондриальная ДНК как векторы.
6. Трансгеноз. Естественные механизмы трансгеноза в природе.
7. Введение гена эукариот в клетку прокариота. Особенности эксперессии в прокариоте.
8. Генетическая трансформация E.coli, представителей p.Bacillus.
9. Введение генов в клетки млекопитающих
10. Введение генов в клетки растений. Генинженерия растений, задачи и достижения
11. Генетическая трансформация соматических клеток млекопитающих. Генотерапия.
12. Проблемы при реализации ГИ-работ.
13. Круглый стол. " ГМО. Опасность ГМО. ГМО, за и против".

#### **Контрольные вопросы по теме 4.**

##### **Клеточная инженерия животных. Методологические основы. Практическое значение и перспективы**

1. Клеточная инженерия животных и человека.
2. Тотипотентность. Понятие.
3. Эмбриональные стволовые клетки (ЭСК), их значение.
4. Мезенхимные стволовые клетки (МСК).
5. Культивирование и перенос эмбрионов. Клонирование животных.
6. Химеры.
7. Создание трансгенных животных, этапы.
8. Вспомогательные репродуктивные технологии.
9. Экстракорпоральное оплодотворение (ЭКО).

#### **Контрольные вопросы по теме 5: «Иммунная биотехнология. Моноклональные антитела и их применение»**

1. Классификация вакцин. Роль вакцин в профилактике инфекционных заболеваний.
2. Привести схему получения живых вирусных вакцин.
3. Привести схему получения рекомбинантных вакцин на примере вакцины против гепатита В.
4. Привести примеры вакцин будущего: растительных, пептидных и ДНК-вакцин.
5. Технология производства рекомбинантных моноклональных антител.
6. Области применения моноклональных антител.

#### **Контрольные вопросы по теме 6: «Белковая инженерия. Направления исследований в белковой инженерии»**

1. Дайте определение классу биополимеров «белки». Какие соединения являются мономерами? Как называется связь между мономерами в полимере?
2. Охарактеризуйте первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуры белков
3. Что представляют собой  $\alpha$ -спираль и  $\beta$ -структура белка?



4. Как происходит фолдинг белков? Какую роль в этом процессе играют молекулярные шапероны?
1. Опишите основные этапы биосинтеза белка.
  2. Опишите основные принципы технологии рекомбинантной ДНК.
  3. Что такое эндонуклеазы рестрикции и почему они важны для технологии рекомбинантных ДНК?
  4. Опишите структуру плазмид и охарактеризуйте плазмидные векторы. Какими особенностями они обладают?
  5. Укажите основные биотехнологические этапы методики клонирования.
  6. Опишите способы введения рекомбинантных плазмид в клетку бактерии.
  7. Что означает процесс «электропорация» и для чего ее применяют?

#### **Контрольные вопросы по теме 7:**

##### **«Инженерная энзимология, иммобилизованные ферменты»**

1. Охарактеризуйте ферменты как биологические объекты.
2. Классификация ферментов.
3. Приведите примеры использования ферментов в качестве лечебных средств.
4. Назовите биотехнологические методы получения ферментов.
5. Схема производства ферментов микробиологического происхождения.
6. Методы иммобилизации ферментов.
7. Укажите основные преимущества иммобилизации биообъектов.
8. Области применения иммобилизованных ферментов.
9. Что представляют собой биокатализаторы второго поколения?

#### **Тема 8**

##### **Тест для самопроверки №1 в ЭУК в LMS Moodle**

*(данные задания выполняются студентом самостоятельно и преподавателем в обязательном порядке не проверяются)*

##### **Примеры вопросов теста:**

- 1) Какое из перечисленных свойств следует отнести к недостаткам микробных биосенсоров?
  - а) более менее стабильны (до 1 года)
  - б) медленный отклик на детектируемый агент (от 10 до 60 минут)
  - в) возможность многократного использования
  - г) позволяют отличить биологически доступную часть детектируемого вещества на фоне его общего содержания в природном объекте
- 2) Какой из микроорганизмов не является компонентом заквасок, применяемых для производства кисломолочных продуктов?
  - а) *Lactobacillus bulgaricus*
  - б) *Bifidobacterium bifidum*
  - в) *Lactococcus diacetylactis*
  - г) *Leptospirillum ferrooxidans*
- 3) При проведении биоремедиации загрязнённой почвы установили, что загрязнитель плохо поддается разложению естественной микробиотой даже при создании оптимальных условий роста. Какой метод наиболее целесообразно применить в этом случае для ускорения биоремедиации?
  - а) биостимуляцию *in situ*
  - б) биостимуляцию *in vitro*
  - в) биоаугментацию
  - г) оставить все как есть

### **Контрольные вопросы по теме 9**

1. Бродильные производства. Основные виды брожений, микроорганизмы, их осуществляющие, образуемые продукты.
2. Производство кисломолочных продуктов: общая схема промышленного получения, производство кисломолочных напитков, творога, сыра. Основные продуценты.
3. Пробиотики и продукты функционального питания: определение понятий, используемые микроорганизмы.
4. Пребиотики, синбиотики. Определение понятий, примеры.
5. Биологическое консервирование (на примере квашения). Микроорганизмы, используемые в процессах квашения.
6. Производство хлебопродуктов.
7. Использование микроорганизмов в мясной и рыбной промышленности.
8. Производство кормового и пищевого белка: преимущества микробного биосинтеза, технологическая схема, используемое сырье.
9. Требования, предъявляемые к пищевому белку.
10. Тонкий микробный синтез. Получение аминокислот, витаминов, органических кислот с использованием микроорганизмов. Основные продуценты.
11. Производство антибиотиков. Основные стадии промышленного получения. Продуценты.
12. Промышленное получение азотфиксирующих бактериальных препаратов: актуальность, принципиальная схема технологии получения, используемые препараты и их состав, способы применения *insitu*.

### **Контрольные вопросы по теме 10**

1. Биогеотехнология металлов: микробиологические процессы, лежащие в основе, и их характеристика.
2. Микроорганизмы, используемые в процессах выщелачивания металлов.
3. Виды выщелачивания металлов, их особенности.
4. Преимущества биогеотехнологических методов извлечения металлов из руд.
5. Выщелачивание меди. Применяемое сырье. Используемые микроорганизмы и процессы, лежащие в основе микробиологического выщелачивания.
6. Выщелачивание золота. Постановка проблемы. Сырье. Существующие технологии микробиологического выщелачивания золота, используемые микроорганизмы.
7. Проблема остаточной нефти в месторождениях и ее причины. Обоснование возможности использования микроорганизмов для повышения нефтеотдачи пластов.
8. Микроорганизмы, используемые для повышения нефтеотдачи пластов, особенности доставки их в нефтеносный пласт, образуемые продукты жизнедеятельности и их действие, необходимые условия *insitu*.
9. Биоремедиация. Основные подходы, их эффективность. Экологические аспекты интродукции природных и генетически модифицированных штаммов.
10. Принципы и методы интенсификации биологического разрушения углеводов в окружающей среде.
11. Экологические проблемы использования традиционных видов топлива.
12. Биотопливо: виды, особенности производства, преимущества биотоплива.
13. Основные принципы микробиологической обработки органических отходов.
14. Методы обработки ТБО. Микробиологические процессы.

### **Контрольные вопросы по теме 11**

1. Биосенсоры: определение понятия, принцип действия, характеристика процесса «распознавания».
2. Биологические объекты, используемые в качестве биорецепторов.
3. Микробные биосенсоры, преимущества и недостатки.

4. Биоповреждения: определение понятия, признаки повреждения материалов микроорганизмами, доказательство повреждающей активности микроорганизмов.
5. Возбудители повреждений некоторых материалов (примеры).
6. Причины повреждения материалов микроорганизмами, повреждающие агенты.
7. Физико-химические факторы среды и повреждение материалов микроорганизмами.
8. Борьба с биоповреждениями.

### **Контрольные вопросы по теме 12**

#### **«Современная биотехнология растений, как наука и отрасль производства»**

1. Биотехнология высших растений – цель, задачи и предмет. Объекты культивирования. Преимущества фитобиотехнологии.
2. Эмпирический, этиологический, биотехнический и генотехнический периоды истории развития. Основная терминология.
3. Использование биотехнологий в качестве модели для изучения жизнедеятельности растений. Культура клеток как модель для исследования фотосинтеза, минерального питания, устойчивости, роста и развития растений.
4. Вторичный метаболизм в клетках *in vitro*. Значение в изучении метаболизма клеток (для клеточной биологии).
5. Культуры клеток как продуценты ценных биологически-активных веществ. Масштабирование процесса культивирования.
6. Современное состояние мирового рынка природных веществ и тенденции развития биотехнологий лекарственных растений в производстве фармацевтически важных продуктов.
7. Практическое применение метода культуры клеток и тканей. Адекватность клеток растений *in vitro* в качестве модели для физиологических процессов.
8. Культура клеток как инструмент в сельскохозяйственной биотехнологии.
9. Коммерчески выгодные биотехнологические продукты растительного происхождения.
10. Интеграция биотехнологии с биоинформатикой, нанотехнологией, метаболомикой и другими науками.

### **Контрольные вопросы по теме 13**

#### **«Культивирование растительного материала *in vitro*»**

1. Общие, специальные и специфические методы, используемые в биотехнологии. Основные принципы культивирования растительного материала *in vitro*.
2. Культура клеток и тканей. Типы эксплантов: способы получения и методы стерилизации.
3. Стерилизация эксплантов и введение в культуру *in vitro*. Методы культивирования клеток и тканей.
4. Каллусогенез в культуре растительных клеток и тканей. Особенности каллусных клеток, культивируемых на твердых питательных средах.
5. Дедифференциация тканей высших растений *in vitro*. Морфологические, физиологические, биохимические и генетические характеристики каллусов.
6. Рост каллусных культур. Дифференциация в культуре клеток *in vitro*. Индукция дифференциации. Типы дифференциации.
7. Гистогенез. Факторы, влияющие на дифференциацию в культуре клеток. Гормональная регуляция в культуре клеток и тканей *in vitro*.
8. Методы селекции *in vitro*. Соматональная изменчивость. Генетические механизмы возникновения соматональных вариантов.
9. Морфогенез растений в культуре *in vitro*: особенности и значение. Технология культивирования. Перспективы использования в практике.

10. Получение суспензионных культур клеток. Способы культивирования суспензий. Морфологические, физиологические, биохимические и генетические характеристики суспензионных культур.
11. Кривая роста, фазы ростовой кривой. Способы повышения продуктивности. Физиологическая характеристика клеток на разных фазах роста.
12. Турбидостатный и хемостатный режимы культивирования. Периодический и непрерывный режимы культивирования.
13. Техника выделения биотехнологических продуктов из клеточной массы и культуральной жидкости.
14. Гетерогенность культур по различным признакам как основа устойчивости популяции. Клеточный цикл в клетках *in vitro*. Синхронизация.
15. Культура свободноживущих клеток высших растений как уникальная биологическая система. Источники клеток. Методы «кормящего слоя» и «ткани-няньки».
16. Культура изолированных протопластов. Методы получения и культивирования. Физические, химические и химико-ферментативные методы разрушения клеток.
17. Особенности применения ферментативных препаратов. Условия получения жизнеспособных протопластов.
18. Методы «жидких капель» и «платирования». Условия культивирования протопластов. Манипуляции с изолированными протопластами.
19. Значение культуры протопластов растительных клеток для моделирования физиологических процессов. Регенерация клеток из протопластов.

#### **Контрольные вопросы по теме 14**

##### **«Молекулярные и клеточные технологии инженерии растений»**

1. Использование протопластов для клеточной селекции. Соматическая (парасексуальная) гибридизация.
2. Виды соматических гибридов и их анализ. Проблема селективного маркера. Перенос клеточных органелл.
3. Совместное культивирование автотрофных и гетеротрофных клеток. Цели создания ассоциаций. Биологическое значение. Перспективы.
4. Микроклональное размножение. Факторы, влияющие на процесс клонального микроразмножения. Практическое значение.
5. Генная инженерия растений. Теоретическая и практическая значимость.
6. Трансгенные растения. Методы получения. Векторы переноса генетической информации у растений.
7. Практические задачи, решаемые с помощью трансгенных растений. Список трансгенных растений.
8. Проблемы, связанные с генетически модифицированными растениями. Перспективы генной инженерии растений.

#### **Контрольные вопросы по теме 15**

##### **«Продукты биотехнологии растений и их использование»**

1. Виды биотехнологической продукции, их характеристика и основные потребители. Растения как важные источники фармакологически ценных вторичных метаболитов.
2. Проблема синтеза первичных и вторичных метаболитов в клетках *in vitro*. Влияние условий культивирования на продуктивность ткани.
3. Стратегии увеличения биосинтетического потенциала клеток. Селекция штаммов-сверхпродуцентов.
4. Растительные биотехнологии и сохранение биоразнообразия. Клеточные технологии в растениеводстве и хранении культур клеток, тканей.
5. Коллекции растительных объектов *in vitro*. Пересадочные и депонированные коллекции.

## 6. Криосохранение культур клеток и меристем. Банк клеток и тканей.

Творческая самостоятельная работа включает написание реферата по заданным темам. Задание выдается индивидуально каждому студенту в начале 7 семестра.

### *Критерии оценивания работы.*

- содержательность, логичность, аргументированность изложения и общих выводов;
- умение анализировать различные источники, извлекать из них исчерпывающую информацию, систематизировать и обобщать ее;
- умение ясно выражать свои мысли в устной форме, яркость, образность выражений, индивидуальность стиля автора реферата;
- правильность оформления работы (соответствие демонстрационных материалов основным требованиям к оформлению презентации)

## **1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

### **Список вопросов к зачету**

(зачет выставляется по результатам выполнения всех форм текущего контроля, промежуточной аттестации и краткого собеседования со студентом)

#### **Темы 1-4**

1. Предмет, задачи и методология Биотехнологии.
2. Направления Биотехнологии.
3. История развития БТ
4. Генетическая инженерия. Предпосылки, методы и достижения.
5. Принципиальная схема ГИ-работ.
6. Эволюция представлений о гене. Структура генов эу-и прокариот
7. Методы генетической инженерии.
8. Векторы в ГИ, требования к векторам, их свойства.
9. Трансгеноз. Методы введения гесДНК (рекомбинантной ДНК) в клетку. Мониторинг трансгенов.
10. Введение гена эукариот в клетку прокариота. Особенности экспрессии в прокариоте.
11. Генетическая трансформация соматических клеток млекопитающих. Генотерапия.
12. Клеточная инженерия животных и человека.
13. Эмбриональные стволовые клетки (ЭСК), их значение.
14. Культивирование и перенос эмбрионов. Клонирование животных.
15. Создание трансгенных животных, этапы.
16. Вспомогательные репродуктивные технологии. ЭКО.

#### **Темы 5-7**

1. Структурная организация белков. Посттрансляционная модификация белков.
2. Основные принципы технологии получения рекомбинантных белков.
3. Системы экспрессии генов. Обеспечение возможности экспрессии генов млекопитающих в микробной клетке.
4. Направленная модификация белков. Методы направленного мутагенеза.
5. Случайный мутагенез и селекция белков с определенной функцией (молекулярная эволюция).
6. Ферменты как биологические объекты. Классификация. Характеристика.
7. Промышленное производство ферментов, получаемых биотехнологическими методами. Схема производства ферментов микробиологического происхождения.
8. Методы иммобилизации ферментов.

9. Классификация вакцин. Различные технологии получения вакцин.
10. Антитела: строение, классификация, методы получения. Гибридная технология.
11. Области применения моноклональных антител.

#### Темы 8-11

1. Основные направления промышленной микробиологии. Краткая их характеристика.
2. Бродильные производства. Основные виды брожений, микроорганизмы, их осуществляющие, образуемые продукты. Использование в промышленности.
3. Производство кисломолочных продуктов: общая схема промышленного получения, основные продуценты. Про-, пре- и синбиотики, продукты функционального питания.
4. Биологическое консервирование, производство хлебопродуктов, использование микроорганизмов в мясной и рыбной промышленности. Основные продуценты.
5. Производство кормового и пищевого белка: преимущества микробного биосинтеза, технологическая схема, используемое сырье. Требования, предъявляемые к пищевому белку.
6. Тонкий микробный синтез. Примеры производств. Основные продуценты.
7. Промышленное получение азотфиксирующих бактериальных препаратов: актуальность, принципиальная схема технологии получения, способы применения *in situ*.
8. Биогеотехнология металлов: микробиологические процессы, лежащие в основе, виды выщелачивания металлов, их особенности. Преимущества биогеотехнологических методов извлечения металлов из руд.
9. Выщелачивание меди. Сырье. Используемые микроорганизмы и процессы, лежащие в основе микробиологического выщелачивания.
10. Выщелачивание золота. Постановка проблемы. Сырье. Существующие технологии микробиологического выщелачивания золота, используемые микроорганизмы.
11. Проблема остаточной нефти в месторождениях и ее причины. Обоснование возможности использования микроорганизмов для повышения нефтеотдачи пластов. Примеры использования микроорганизмов.
12. Биоремедиация. Основные подходы, их эффективность. Экологические аспекты интродукции природных и генетически модифицированных штаммов.
13. Биотопливо: виды, особенности производства, преимущества биотоплива.
14. Основные принципы микробиологической обработки органических отходов. Методы обработки ТБО. Микробиологические процессы.
15. Биосенсоры: определение понятия, принцип действия, характеристика процесса «распознавания». Микробные биосенсоры, преимущества и недостатки.
16. Биоповреждения: определение понятия, признаки и причины повреждения материалов микроорганизмами, возбудители повреждений (примеры).
17. Физико-химические факторы среды, способствующие повреждению материалов микроорганизмами. Борьба с биоповреждениями.

#### Темы 12-15

1. Теоретическое и практическое значение фитобиотехнологии. Цели и задачи фитобиотехнологии. Объекты культивирования. Преимущества фитобиотехнологии.
2. История развития науки фитобиотехнологии. Основная терминология, используемая в фитобиотехнологии.
3. Организация биотехнологических работ с высшими растениями. Оборудование биотехнологической лаборатории и правила работы с ним.

4. Общие, специальные и специфические методы, используемые в биотехнологии. Основные принципы культивирования растительного материала *in vitro*.
5. Значение культуры клеток и тканей. Методы, условия и способы культивирования. Состав питательных сред. Экспланты растений.
6. Получение культуры клеток и тканей. Использование культуры в качестве модели для изучения жизнедеятельности растений. Практическое применение.
7. Каллусные культуры. Особенности каллуса. Биологическое значение. Особенности роста каллусных культур. Ростовая кривая каллуса. Способы культивирования тканей.
8. Дедифференцировка и каллусогенез. Клеточная дифференциация *in vitro*. «Эволюция» клетки в культуре.
9. Селекция в культуре ткани. Методы селекции *in vitro*. Особенности каллусных клеток, культивируемых на твердых питательных средах.
10. Суспензионные культуры. Способы получения и выращивания суспензии клеток. Ограничения закрытой и открытой систем. Промышленное значение.
11. Особенности каллусных клеток, культивируемых на жидких питательных средах (глубинно). Критерии роста клеток в суспензионной культуре. Способы повышения продуктивности.
12. Вторичный метаболизм в клетках *in vitro*. Проблема синтеза первичных и вторичных метаболитов. Влияние условий культивирования на продуктивность ткани.
13. Культивирование отдельных клеток. Источники клеток. Биологическое значение. Получение растений из отдельных клеток.
14. Культура свободноживущих клеток. Методы «кормящего слоя» и «ткани-няньки». Теоретическое и практическое значение.
15. Способы выделения протопластов. Особенности применения ферментативных препаратов. Условия получения жизнеспособных протопластов.
16. Культура изолированных протопластов. Методы «жидких капель» и «платирования». Условия культивирования протопластов.
17. Регенерация клеток из протопластов. Значение для моделирования физиологических процессов. Особенности слияния протопластов. Роль в соматической гибридизации.
18. Значение клеточных технологий в растениеводстве, хранении культур клеток и тканей. Роль банка клеток и тканей. Криосохранение клеток и тканей.
19. Морфогенез растений в культуре: особенности и значение. Технология культивирования. Перспективы использования в практике.
20. Соматическая (парасексуальная) гибридизация. Проблема селективного маркера. Перенос клеточных органелл. Виды соматических гибридов и их анализ.
21. Совместное культивирование автотрофных и гетеротрофных клеток. Цели создания ассоциаций. Биологическое значение. Перспективы.
22. Клональное микроразмножение растений: методы и этапы. Факторы, влияющие на процесс клонального микроразмножения. Практическое значение.
23. Результаты и перспективы генной инженерии растений. Теоретическая и практическая значимость.
24. Трансгенные растения. Методы получения. Практические задачи, решаемые с помощью трансгенных растений. Список трансгенных растений. Проблемы, связанные с генетически модифицированными растениями.

#### **Правила выставления оценки по результатам фронтального опроса**

- Отлично выставляется за полный ответ на поставленный вопрос с включением в содержание ответа содержания лекции, материалов учебников, дополнительной литературы без наводящих вопросов.

- *Хорошо* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос в объеме лекции, с включением в содержание ответа материалов учебников с четкими положительными ответами на наводящие вопросы преподавателя.

- *Удовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено более половины требуемого материала, с положительным ответом на большую часть наводящих вопросов.

- *Неудовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено менее половины требуемого материала или не озвучено главное в содержании вопроса с отрицательными ответами на наводящие вопросы, или обучающийся отказался от ответа без предварительного объяснения уважительных причин.

### **Правила выставления оценки за контрольную работу**

- *Отлично* выставляется за полные ответы на все вопросы с включением в ответ содержания лекции, материала учебников и дополнительной литературы.

- *Хорошо* выставляется за полный ответ на вопросы в объеме лекции или ответ с включением в содержание материала учебника, дополнительной литературы, но с незначительными неточностями.

- *Удовлетворительно* выставляется за ответ, в котором освещены в полном объеме два из трех вопросов или освещены все вопросы более чем наполовину, включая главное в содержании.

- *Неудовлетворительно* выставляется за ответ, в котором освещен в полном объеме один из трех вопросов, или освещены менее половины требуемого материала или не описано главное в содержании вопросов, или нет ответов, или письменная работа не сдана.

### **Правила выставления оценки на зачете**

Устный ответ студента на зачете оценивается по 2-х 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;

- ответ студента логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;

- ответ студента характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;

- ответ студента иллюстрируется примерами, в том числе из собственной научно-исследовательской деятельности;

- студент демонстрирует умение аргументировано вести диалог и научную дискуссию;

- студент демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

Отметка «незачтено» ставится, если:

- ответ студента обнаружил незнание или непонимание сущностной части дисциплины;

- содержание вопросов не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно;

- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию зачета студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов;

- студент не демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.



## Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Основы биоинженерии и биотехнологии»

### Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Изучение курса «Основы биоинженерии и биотехнологии» направлено на расширение и углубление знаний в области молекулярной биологии и получении навыков использования современных молекулярно-генетических методов в изучении разнообразия биологических объектов.

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Основы биоинженерии и биотехнологии» являются лекции. Предусмотрены также лабораторные занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала и знакомство с методами молекулярно-генетических исследований. Степень готовности к занятиям студент может проверить вопросами для самоконтроля. Они призваны помочь студенту в обобщении и анализе сведений, полученных из учебников и дополнительной литературы.

Для успешного освоения дисциплины очень важно самостоятельное изучение большого количества теоретического материала. Теоретический материал на лекциях дается в сокращенном изложении (носит преимущественно обзорный характер), поэтому законспектированный на лекциях материал необходимо прорабатывать дома и при необходимости дополнять информацией, полученной из учебной литературы, практических занятий, на консультациях.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагается решение задач по молекулярной биологии.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде фронтального опроса, контрольных работ, коллоквиумов и тестирования. Также проводятся консультации по разбору наиболее трудных вопросов рассматриваемых разделов.

Освоить теоретическую часть дисциплины самостоятельно студенту сложно в силу большого объема материала. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является необходимым.

Творческая самостоятельная работа включает написание реферата по заданным темам. Задание выдается индивидуально каждому студенту в начале 7 семестра.

#### *Требования по подготовке реферата.*

1. Выбор и согласование темы реферата с преподавателем.
2. Согласование срока сдачи реферата в соответствии с календарным планом изучения дисциплины.
3. Реферат подготавливается в форме презентации по теме исследования (см. основные требования к подготовке презентации).
4. Защита работы предполагает устное сообщение и демонстрацию слайдов (презентации) и видеозаписей, подготовленных в процессе реферирования. Время, отведенное на представление работы, должно составлять 10-15 минут.
5. В качестве источников рекомендуется использоваться ресурсы, научно-техническую литературу и периодику, выпущенную за последние 5 лет. Должно использоваться не менее 5 источников.

#### *Требования к подготовке презентации.*

1. Рекомендуемый объем презентации: 8-12 слайдов.
2. На стартовом слайде должны быть обязательно приведены: Тема реферата. Сведения об авторе: ФИО, группа.

3. Следующий слайд: Краткая аннотация реферата (не более 3-4 предложений). Аннотация должна отвечать на вопросы: чему посвящена данная работа? что именно рассматривается в данной работе?
4. Последующие слайды: изложение основного вопроса. Рекомендуется максимально насыщать слайды иллюстративным материалом к тексту. На каждом новом слайде должны содержаться схемы, графики, таблицы и пр. Изображения и надписи на рисунках должны быть четкими и хорошо читаться.
5. На последнем слайде презентации должен быть приведен список использованных источников литературы. Указывать полные выходные данные книг и журнальных статей. Источники Internet должны быть приведены в виде URL с точным указанием ресурса.

#### *Критерии оценивания работы.*

- содержательность, логичность, аргументированность изложения и общих выводов;
- умение анализировать различные источники, извлекать из них исчерпывающую информацию, систематизируя и обобщая ее;
- умение ясно выражать свои мысли в устной форме, яркость, образность выражений, индивидуальность стиля автора реферата;
- правильность оформления работы (соответствие демонстрационных материалов основным требованиям к оформлению презентации)

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

Для самостоятельной работы особенно рекомендуется использовать широкий спектр интернет-ресурсов:

**Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»** (<http://window.edu.ru/library>).

Целью создания информационной системы «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно») является обеспечение свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2008 гг. Главной разработчик проекта – Федеральное государственное автономное учреждение Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций (ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика») [www.informika.ru](http://www.informika.ru).

ИС «Единое окно» объединяет в единое информационное пространство электронные ресурсы свободного доступа для всех уровней образования в России. Разделы этой системы:

- **Электронная библиотека** – является крупнейшим в российском сегменте Интернета хранилищем полнотекстовых версий учебных, учебно-методических и научных материалов с открытым доступом. Библиотека содержит более 30000 материалов, источниками которых являются более трехсот российских вузов и других образовательных и научных учреждений. Основу наполнения библиотеки составляют электронные версии учебно-методических материалов, подготовленные в вузах, прошедшие рецензирование и рекомендованные к использованию советами факультетов, учебно-методическими комиссиями и другими вузовскими структурами, осуществляющими контроль учебно-методической деятельности.

- **Интегральный каталог образовательных интернет-ресурсов** содержит представленные в стандартизированной форме метаданные внешних ресурсов, а также содержит описания полнотекстовых публикаций электронной библиотеки. Общий объем каталога превышает 56000 метаописаний (из них около 25000 - внешние ресурсы). Расширенный поиск в "Каталоге" осуществляется по названию, автору, аннотации, ключевым словам с возможной фильтрацией по тематике, предмету, типу материала, уровню образования и аудитории.

- **Избранное.** В разделе представлены подборки наиболее содержательных и полезных, по мнению редакции, интернет-ресурсов для общего и профессионального образования.

- **Библиотеки вузов.** Раздел содержит подборки сайтов вузовских библиотек, электронных каталогов библиотек вузов и полнотекстовых электронных библиотек вузов.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

**1. Личный кабинет** ([http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php)) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

**2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ** ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

**3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»** ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.