

## ОБРАЗЕЦ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Горский государственный аграрный университет»  
 (ФГБОУ ВО Горский ГАУ)

Факультет Биотехнологии

Кафедра Биотехнологии и стандартизации

Учебный год 2023-2024

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ГЕНЕТИКА И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ -

ПРОГРАММА (бакалавриата)

Наименование направления подготовки/специальности	19.03.01 Биотехнология
Направленность (профиль) (при наличии)	Промышленная биотехнология и биоинженерия
Реквизиты федерального государственного образовательного стандарта высшего образования	Приказ Минобрнауки России от 10 августа 2021 г. № 736
Год начала подготовки	2022
Очная форма обучения - учебные планы по годам приема	2023
Заочная форма обучения - учебные планы по годам приема	2023
Номер по реестру ОП ВО ФГБОУ ВО Горский ГАУ	Б-190301-2022
Реквизиты решения ученого совета ФГБОУ ВО Горский ГАУ об утверждении ОП ВО	Протокол от 11 апреля 2023 г. №6
Реквизиты приказа ректора или уполномоченного лица об утверждении ОП ВО	Приказ врио ректора от 11 апреля 2023 г. № 85/06
Место дисциплины в структуре учебного плана	ФТД.Факультативные дисциплины
Количество зачетных единиц	4

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№№	Планируемые результаты освоения образовательной программы		Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции		
		СПК-3 Способность понимать, излагать, критически анализировать информацию в области генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях, применять ее в практической деятельности и делать выводы, основываясь на полученной информации.	СПК-3.1 Знает: фундаментальные теоретические знания и практические навыки для постановки и решения практических задач; решать современные проблемы в сфере промышленных биотехнологий	Знает: фундаментальные теоретические и практические задач Умеет: Демонстрирует готовность: фундаментальные теоретические знания и практические навыки для постановки и решения практических задач; решать современные проблемы в сфере промышленных биотехнологий. Владеет: способами решения современных проблем в сфере промышленных биотехнологий.

## 2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 2.1. Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности и формам обучения:

Виды учебной деятельности	Всего часов 144 в том числе часов:	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Лекционные занятия	28	8
Практические (лабораторные, др.) занятия	24/32	6/6
Самостоятельная работа	54	124
Форма промежуточной аттестации	Экзамен	
контроль	6/3	

### 2.2. Трудоемкость дисциплины по (разделам) темам:

№ № п/п	Наименование разделов, тем	Всего часов							
		Очная форма обучения				Заочная форма обучения			
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	СРС	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	СРС
2.	Введение в дисциплину. Основы биохимии и молекулярной генетики.	2	2	2	5	2			14
3.	Метаболизм и регуляция	2	2	2	5		2		10
4.	Методы анализа геномов. Метагеномика. Биоинформатика	2	4	2	5	2			10
5.	Редактирование геномов. Синтез генов	2	2	2	5		2		10
6.	Метаболическая инженерия.	4	4	2	4	2			10
7.	Понятие и основы биоэкономики	4	4	2	4		2		10
8.	ESG и устойчивое развитие. Органическая продукция	4	4	2	4			2	10
9.	Примеры использования биотехнологий	2	2	2	4			2	10

10.	Штаммы, музеи, патентование	2	2	2	4	2		2	10
11.	Аппаратное оформление микробиологич еских производств	2	2	2	7				10
12.	Биогеотехноло гии и защита окружающей среды	2	2	2	7				10

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО РАЗДЕЛАМ (ТЕМАМ)

#### Раздел 1.

Тема 1. Введение в дисциплину. Основы биохимии и молекулярной генетики

Лекционный материал. Введение в дисциплину. Основы биохимии и молекулярной генетики. Понятие промышленной биотехнологии. Применение ферментов и микроорганизмов для промышленной переработки и производства химических соединений, материалов, топлива, биотехнологического получения фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов. Общая характеристика подходов для создания новых практически полезных ферментов, микроорганизмов, сообществ микроорганизмов.

Физико-химические особенности структуры нуклеиновых кислот. Кольцевые молекулы двойных спиралей ДНК понятие о суперспирализации, ее биологическая роль в клетках микроорганизмов.

Физико-химические особенности структуры и функционирования белков и ферментов.

Механизмы ферментативного катализа и кинетика ферментативных реакций.

Основные генетические процессы в клетках микроорганизмов и их регуляция. Механизмы репликации и контроль копияности плазмид. Механизмы общей и сайт- специфической рекомбинации. Транскрипция и ее регуляция на различных уровнях. Синтез белка – генетический код, механизм трансляции и ее регуляция. Стабильность РНК и белка в клетках бактерий.

Методы генетического обмена. Генетическая трансформация, природная и индуцированная. Слияние протопластов. Конъюгация у бактерий. Лизогения и трансдукция, общая и специфическая.

Практические занятия

Белок-нуклеиновое узнавание, регуляторные белки. Принципы белок-нуклеинового узнавания. Классификация взаимодействий. Взаимодействия регуляторных белков с сайтами ДНК в В-форме – общие принципы; альтернативные модели кинетики поиска белком специфических сайтов связывания с ДНК.

*Задания для самостоятельной работы*

Рассмотрение ДНК узнающих доменов в регуляторных белках на примере Н-Т-Н или Н-Л-Н элементов, Nomeodomain-, Leu-zipper- TALEN-содержащих регуляторных белков, белков, содержащих b-структуры в «узнающем» домене и др. Специфические взаимодействия на примере РНК полимеразы E.coli- сигма(70) – промотор, репрессоры lambdaCI и Cro – операторы, CAP-белок – CAP-сайт ДНК.

Лекция 2. Метаболизм и регуляция.

Лекционный материал. Метаболизм как источник соединений с высоким рыночным потенциалом. Метаболическая сеть. Общие представления о микробном метаболизме. Понятие катаболизма и анаболизма, общие метаболические предшественники, передача энергии в клетках. Пути гликолиза, цикл трикарбоновых кислот и окислительное фосфорилирование.

Центральный метаболизм Escherichia coli при росте на глюкозе и других сахарах. Би-компонентные системы передачи сигналов на примере регуляции потребления азота, фосфора клетками E.coli.

Практические занятия

Бактериальный фотосинтез. Использование микроорганизмами одноуглеродных соединений в качестве источника углерода, метилотрофы, метанотрофы. Специфические особенности молекулярной биологии дрожжей и мицелиальных грибов как представителей эукариот в микробиологической биотехнологии.

*Задания для самостоятельной работы*

Механизмы регуляции метаболизма.

Регуляция метаболизма. Сходства и различия метаболизма различных организмов, принципиальные возможности метаболических прививок. Интенсификация биосинтеза целевых продуктов методом микробиологического синтеза.

Микробиологический синтез и микробиологическая трансформация в получении фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов.

Лекция 3. Методы анализа геномов.

Метагеномика. Биоинформатика. Разнообразие и структура геномов прокариот и эукариот. Методы секвенирования первого, второго, третьего поколений. Методы обработки данных

секвенирования. Картирование ридов. Поиск мутаций. Анализ дифференциальной экспрессии генов. Биологические базы данных. Поиск в биологических базах данных. Выравнивание последовательностей.

#### *Практические занятия*

Методы поиска гомологов. Методы метагеномики. Установление видового состава микробного сообщества. Сборка геномов и метагеномов.

#### *Задания для самостоятельной работы*

Методы анализа геномов. Работа с последовательностями в форматах FASTA и GenBank. Поиск последовательностей в базах данных алгоритмами BLAST, PSI-BLAST. Построение множественных выравниваний. Филогенетический анализ последовательностей. Анализ данных секвенирования нового поколения, чтение и анализ FASTQ файлов. Картирование ридов.

#### *Лекция 4. Редактирование геномов.*

*Лекционный материал.* Синтез генов. Методы генетической модификации микроорганизмов, мутагенез и селекция, генная инженерия, методы направленной модификации – метод обмена аллелей, рекомбиниринг - $\lambda$ -red, CRISPR-Cas системы редактирования. Разнообразие систем CRISPR-Cas.

#### *Практические занятия*

Инженерные белки для редактирования геномов. Цинковые пальцы, TALEN, мегануклеазы. Механизмы репарации ДНК. Офф-таргетные эффекты.

#### *Задания для самостоятельной работы*

Библиотеки промоторов, терминаторов и сайтов связывания с рибосомами. Регулируемая экспрессия генов микроорганизмов. Библиотеки промоторов, терминаторов и сайтов связывания с рибосомами.

#### *Лекция 5. Метаболическая инженерия.*

*Лекционный материал* Метаболическая инженерия – рождение и эволюция термина, современное определение; фундаментальная основа, но ярко выраженная прикладная направленность на индустриализацию получаемых практически значимых результатов.

#### *Практические занятия*

Стадии развития метаболической инженерии, их сущность, методологическая основа и принципиальные различия.

#### *Задания для самостоятельной работы*

Развитие и современное состояние методов «редактирования» геномов микроорганизмов.

#### *Лекция 6. Метаболическая инженерия.*

*Лекционный материал* Представление о структуре и составных частях современной системной метаболической инженерии. Задачи системной биологии и методы получения экспериментальных данных. Достижения синтетической биологии и ее вклад в успехи системной метаболической инженерии. Сходство и принципиальное различие традиционных рандомизированного мутагенеза с последующей генетической селекцией и современной адаптивной лабораторной эволюцией. Результаты наиболее научно-практически значимых исследований в области метаболической инженерии.

*Практические занятия* Стадии прецизионно-ориентированных модификаций геномов микроорганизмов-продуцентов от использования рекомбинантных плазмид до редактирования целевого участка бактериальных хромосом методами рекомбиниринга.

#### *Задания для самостоятельной работы*

Метаболическая инженерия. Конкретные примеры успешных исследований системной метаболической инженерии, базирующихся на экспериментальных результатах системной и/или синтетической биологии. Разработка стратегии современного конструирования штамма-продуцента.

Метаболическая инженерия как новый подход в фармацевтическом производстве.

*Лабораторные занятия.* Основы трансформации бактерий.

Трансформация бактерий с помощью плазмиды, содержащей флуоресцентный белок; высевание клеток на агарозный гель; подращивание в течение ночи. Работа с ПО по просмотру плазмид, поиск сайтов рестрикции.

Анализ эффективности трансфекции выращенных колоний. Подращивание культуры клеток в объемной среде с различной концентрацией индуктора. Работа с базами данных генетических последовательностей. Анализ уровней экспрессии белка. Выделение плазмиды. Рестрикция плазмиды. Разделение фрагментов ДНК методом гель электрофореза. Переклонирование

генетической конструкции в плазмидный бэкбон с устойчивостью к другому антибиотику. Высевание клеток на агарозный гель

Анализ выращенных колоний, ПЦР-клон чек.

Общая стратегия конструирования штаммов- продуцентов ферментов. Примеры создания штаммов- продуцентов кормовых ферментов фитазы, ксиланазы, маннаны, альфа-амилазы и др.

ЛР включает следующие этапы: трансформация штамма *Bacillus subtilis* плазмидой, содержащей гена альфа-амилазы под сильным промотором.

Отбор рекомбинантного штамма по амилазной активности.

ПЦР-анализ для подтверждения структуры вставки.

культивирование модифицированного штамма в колбе или лабораторном ферментере. Измерение ростовых характеристик культуры, её амилазной активности.

Получение штамма *Escherichia coli*, содержащего lux - оперон из *Photobacterium luminescens* и его использование для экологического мониторинга.

ЛР включает следующие этапы: ведение оперона Lux из *P. luminescens* в *E.coli* в составе плазмиды;

идентификация клонов, получивших lux-оперон, по уровню люминесценции и с помощью ПЦР;

определение общей токсичности образца по изменению уровня люминесценции культуры.

Тема 6. Понятие и основы биоэкономики.

*Лекционный материал.* Определение биоэкономики, основные понятия и термины. Задачи и цели биоэкономики. Основные отрасли биоэкономики. Содержание отраслей биоэкономики и их развитие.

Связь развития биоэкономики с повышением энергоэффективности, эффективным использованием отходов, развитием возобновляемой энергетики на основе биомассы, экологизацией промышленного сектора, повышением устойчивости сельского хозяйства, производством новых продуктов питания, развитием медицинских технологий и получением лекарственных средств. Преимущества биоэкономики. Определение возможностей и потенциала развития биоэкономики - мировые тренды и методы их оценки. Пример анализа рынка с позиции научно-технического и технологического уровня, а также с оценкой перспектив отечественных производственных возможностей. Биоэкономика в России.

Роль и место биотехнологий в биоэкономике.

Внедрение в промышленность и их применение.

Тема 7. ESG и устойчивое развитие.

*Лекционный материал.* Органическая продукция Понятие ESG. Параметры и критерии. Базовые принципы ESG и их важность. Влияние ESG-инвестиций на рынок. ESG-интеграция, оценка рисков и возможностей. Способы внедрения принципов ESG.

Актуальные экологические проблемы. Биотехнологий как способ влияния на актуальные проблемы экологии. Процесс усовершенствования химических процессов в соответствии с сокращением негативного влияния на окружающую среду.

Национальные проекты и перспективы дальнейшего внедрения принципов ESG. Органическая продукция - суть, распределение.

Практическое занятие. Прорывные направления развития современной молекулярной генетики. Преимущества и недостатки использования биотехнологий. Двойное применение биотехнологий. Рассмотрение противоположных мнений по представленному вопросу, аргументация позиции, предложения по корректировке применения.

*Задания для самостоятельной работы*

Система контроля биологической безопасности. Предсказание негативных техногенных сценариев и возможных сценарий их предотвращения.

Тема 8. Примеры использования биотехнологий

*Лекционный материал.* Основные направления и примеры использования биотехнологий в различных отраслях. Условия применения и перспективы развития.

Сельское хозяйство. Конверсия растительного сырья. Получение растительного сырья с требуемыми свойствами. Вопросы семеноводства, агротехники и состояние плодородия почвы и способы их решения.

Животноводство и птицеводство. Применение современных биотехнологий для создания качественного племенного стада с использованием методов применения геномных технологий для совершенствования коммерческих и сохранения генофондных пород крупного рогатого скота (или

других животных) России. Пищевая, целлюлозно-бумажная, кожевенная и текстильная промышленность. Значение биопрепаратов в добыче углеводородного сырья и потенциале его переработки.

*Практическое занятие.* Биотехнологическое получение антимикробных препаратов, биологически активных соединений, пробиотиков и пребиотиков, витаминов, аминокислот и белков, липидов, стероидов, полисахаридов.

*Задания для самостоятельной работы*

Роль биотехнологий в производстве фармацевтической продукции и в области здравоохранения.

Использование рекомбинантных микроорганизмов для получения лекарственных средств.

Тема 9. Штаммы, музеи, патентование. Понятие и группы штаммов. Характерные особенности штамма. Требования к выбору штамма.

Отбор и модификация промышленных штаммов- продуцентов фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов.

*Практическое занятие.* Работа со штаммами. Представление о подготовке посевного материала, подготовке питательных сред, процессе ферментации с контролем ее проведения. Формирование представления о процессе очистки культуральной жидкости, концентрации и получении готовых препаративных форм.

*Задания для самостоятельной работы*

Подходы к выделению и очистке биологически активных соединений и лекарственных средств. Музеи штаммов на промышленных предприятиях. Патентование штаммов и их депонирование в уполномоченных коллекциях. Цель и задачи. Суть процедуры. Три формы депонирования - особенности использования.

Российская Федерация крупнейшая биотехнологическая держава. Предпосылки становления и препятствия на пути реализации.

Тема 10. Аппаратное оформление микробиологических производств. Аппаратное оформление микробиологических производств. Общее представление о всей цепочке технологического процесса. Процесс биотехнологических производств.

Особенности биотехнологических процессов получения фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов.

*Практическое занятие.* Описание необходимого оборудования для производства любых биопрепаратов. Выделение и очистка продуктов биотехнологий - методы и характерные особенности.

*Задания для самостоятельной работы*

Понятие регламента. Особенности лабораторного и промышленного регламента. Трудности масштабирования – путь от лабораторного до промышленного регламента.

Нормативные документы, регламентирующие биотехнологические производства фармацевтического профиля. Требования лабораторной, клинической и производственной практики в биотехнологическом фармацевтическом производстве. Системы GLP, GCP и GMP.

Тема 11. Биогеотехнологии и защита окружающей среды. Биогеотехнология. Определение биогеотехнологии и биогидрометаллургии, основные понятия, термины. Технологии получения цветных и благородных металлов из сульфидных руд. Основные принципы, лежащие в основе биогидрометаллургических технологий. Разнообразие микроорганизмов, используемых в биогеотехнологических процессах (таксономические и физиологические группы), их биогеохимическая и биотехнологическая роль. Механизмы взаимодействия микроорганизмов с сульфидными минералами руд. Биотехнологии получения металлов из руд. История развития. Основные технологические процессы. Опыт практического применения биогидрометаллургических технологий. Перспективы развития новых направлений в биогидрометаллургии и внедрения новых биогидрометаллургических технологий. Биотехнологии для решения природоохранных проблем в горно- металлургическом комплексе (очистка сточных вод от сульфатов, ионов металлов, цианидов и тиоцианатов).

*Практическое занятие.* Микробиологические методы повышения нефтеотдачи. Определение нефтяной микробиологии, и ее основных задач. Микробиологические методы повышения нефтеотдачи в общем процессе разработки нефтяного месторождения. Специфические физико-химические факторы, характерные для нефтяных месторождений. Основные функциональные группы микроорганизмов нефтяных пластов. Классическая схема трофической цепи заводняемого нефтяного пласта. Диссимиляционная сульфатредукция, осуществляемая на



месторождениях нефти анаэробными гетеро- и автотрофными микроорганизмами. Типы метаногенеза в нефтяных пластах. Нефтевытесняющие метаболиты, их классификация и принцип действия в нефтяном пласте. Классификация и принцип выбора биотехнологий повышения нефтеотдачи пластов. Способ подавления жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий и снижение сероводорода в пластовых флюидах.

#### *Задания для самостоятельной работы*

Биогеотехнологии и защита окружающей среды Знакомство с технологиями биовыщелачивания сульфидных руд и концентратов на примере лабораторных установок. Биогидрометаллургические технологии – кучное и реакторное биовыщелачивание, особенности разных типов минерального сырья и их влияние на выбор технологии переработки. Аппаратурное оформление промышленных технологий биовыщелачивания.

Биогеотехнологии и защита окружающей среды Технологии очистки сточных вод. История создания и развития очистных сооружений. Фундаментальные основы очистки сточных вод (физические, физико-химические и биологические методы). Фракции сточной воды. Общая схема и основные этапы очистки сточных вод. Понятие «активный ил» – центральное звено биологической очистки сточных вод (состав, типы – плавающий, прикреплённый). Микроорганизмы и микробные сообщества, входящие в активный ил, понятие «флоккула» и флоккулообразование. Общие представления об основных микробиологических процессах – аэробные и анаэробные гетеротрофные микроорганизмы, нитрификация, денитрификация, анаммокс, фосфатакумуляция, сульфатредукция, метаногенез.

Основы технологии очистки сточных вод. Общая схема очистного сооружения. Понятие биореактора-аэротенка (проточные, последовательно-периодического типа). Примеры современных технологий полной биологической очистки стоков (различные технологические зоны, рециклы). Метановое сбраживание – базовые понятия. Технология Анаммокс. Нитриденитрификация. Продвинутое сложные технологии очистки – (биофильтры, гранулированные илы, очистка от цианидов, анаэробное окисление метана, очистка воздуха от аммония и сероводорода).

Биогеотехнологии и защита окружающей среды Переработка органической фракции промышленных, бытовых и сельскохозяйственных отходов. Переработка биоразлагаемой органической фракции муниципальных и сельскохозяйственных отходов методом компостирования. Основы компостирования, лабораторные и промышленные установки. Метантенки, анаэробное сбраживание, лабораторные и промышленные установки. История анаэробного сбраживания и значение для человечества. Принцип процесса. Субстраты для анаэробного сбраживания. Микробиология и химия анаэробного сбраживания. Наиболее важные технологические параметры, влияющих на процесс аэробного сбраживания. Классификация технологий анаэробного сбраживания. Основные конструкции анаэробных реакторов. Преодоление существующих ограничений анаэробного сбраживания. Новые тренды в анаэробном сбраживании.

Биогеотехнологии и защита окружающей среды Понятие биоремедиация почв и водоемов. Углекислородокисляющие микроорганизмы – особенности метаболизма. Факторы, влияющие на скорость самоочищения почвы и эффективность применения биопрепаратов в почве и водной среде. Параметры, по которым различаются биопрепараты для биоремедиации почв и водоемов. Источники загрязнения почв, поверхностных и грунтовых вод радионуклидами и тяжелыми металлами. Способы захоронения жидких радиоактивных отходов. Какие физиологические группы микроорганизмов являются перспективными агентами для создания биогеохимического барьера на пути движения подземных вод, загрязненных компонентами жидких радиоактивных отходов. Влияние микроорганизмов на снижение миграции макрокомпонентов жидких РАО с током подземных вод.

Методы борьбы с загрязнением пластиком. Возможности использования микробиологических методов для биоремедиации почв и водоемов, загрязненных тяжелыми металлами. Основные механизмы взаимодействия металлов и микроорганизмов - адсорбция или комплексообразование на клеточной поверхности; внутриклеточная аккумуляция; окисление или восстановление металлов; трансформация: метилирование или деметилирование; образование неорганических лигандов и осаждение металлов с ними; связывание металлов с экзополимерами. Факторы, влияющие на процесс биоремедиации – валентная форма металлов, рН и соленость растворов, концентрация загрязнителя, температура, штаммовые различия, живая и мертвая биомасса. Осаждение металлов-катионов в присутствии продуктов разложения растений – осаждение меди, цинка, свинца. Сорбция металлов экзополисахаридами.

Применение хитозана для очистки стоков от катионов металлов. Использование активного ила для осаждения ионов металлов. Осаждение металлов в виде сульфидов. Очистка стоков от мышьяка в процессе окисления металла. Восстановление хроматов и очистка промышленных стоков от хрома. Биосорбенты на основе биомассы микроорганизмов, очистка растворов от урана и нитратов. Создание биобарьеров в почвах.

Биогеотехнологии и защита окружающей среды Знакомство с технологиями очистки сточных вод на примере лабораторных установок удаления азота и фосфора. Лабораторное моделирование – неотъемлемая и обязательная часть разработки новых и оптимизации любых существующих технологий, в том числе - очистки сточных вод. Понятие лабораторного регламента (отличие от регламента лабораторной установки). Основные блоки реактора – емкостное оборудование/гидравлика, насосное оборудование (расходы), электрооборудование (нагрев, насосы, воздух), автоматика (датчики, контроллеры, электроника, софт), биология, аналитика (мокрая химия, датчики). Понятие о масштабировании процессов. Ознакомление обучающихся с аппаратурным оформлением лабораторных установок для моделирования технологий очистки сточных вод – проточного и SBR-типа (последовательно-периодического типа). Ознакомление обучающихся с различными типами реакторов, моделирующих технологии: окислительного типа (удаление С и аммония), удаления С и азота (нитри- денитрификация), Анаммокс, удаления (С и Р) и всех биогенных элементов (С, N, Р).

## 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Сазанов, А. А. Генетика : учебное пособие / А. А. Сазанов. - Санкт-Петербург : ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2011. - 264 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/445036>
  2. Мефодьев, Г. А. Генетика с основами биотехнологии : учебное пособие / Г. А. Мефодьев. — Чебоксары : ЧГСХА, 2017. — 118 с. — ISBN 978-5-7677-2605-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139072>
  3. Кадиев, А. К. Молекулярные механизмы наследственности и генетика микроорганизмов : учебное пособие / А. К. Кадиев. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2018. — 73 с. — Текст: электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113080>
  4. Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология. Биоинженерия : 2019-08-14 / Т. Р. Якупов. — Казань : КГАВМ им. Баумана, 2018. — 157 с. — Текст : электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122951>
- б) дополнительная литература

5. Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митюлько. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2897-7.— Текст: электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104872>
6. Тупицына, Л. С. Основы генетики и селекции (18 занятий) : учебно-методическое пособие / Л. С. Тупицына, Т. С. . — Тюмень : ТюмГУ, 2018. — 130 с.— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book>
7. Сазыкин, Ю. О. Биотехнология [Текст] : учеб. для вузов / Ю. О. Сазыкин, С. Н. Орехов, И. И. Чакалева; Под ред. А. В. Катлинского. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2007.

### 4.3. СОСТАВ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

- Microsoft Windows 7 Pro
- Office 2007 Standard
- Moodle 3.8
- 

### 4.4. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ, ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

1. Система автоматизации библиотек ИРБИС64; ООО «ЭйВиДи –систем» <http://support.open4u.ru>
2. Электронная библиотечная система ООО «КноРус медиа» [www.book.ru](http://www.book.ru)
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань»; [www.e.lanbook.ru](http://www.e.lanbook.ru)

## 5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, выполнения курсовых работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель на 20 посадочных мест, доска настенная, рабочее место преподавателя. Проектор EPSON Multi Media Projector EB-824H, ноутбук Asus K52D, проекционный экран Lumien. Учебный корпус № 12. (факультет биотехнологии).

Учебная лаборатория для проведения лабораторно-практических занятий. Специализированная мебель на 15 посадочных мест, лабораторное оборудование и приборы: прибор Кварц-24, рефрактометр ИРФ-454, , анализатор молока Клевер-2, рН-метр рН 150 М, фотоэлектрокалориметр КФК-3, печь муфельная СНОЛ, микроскоп стереоскопический, микроскоп Биомед-2М, , сушильный шкаф ШС-80, центрифуга ЦЛ «ОКА», весы аналитические, весы электронные CUW-420, термостат ТС-80, водяная баня, прибор для титрования, аквадистиллятор АДЭ-5; доска стационарная, рабочее место преподавателя. Учебный корпус № 12. (факультет биотехнологии).

Помещение для самостоятельной работы обучающихся с возможностью подключения к сети Интернет, обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Горского ГАУ, наличием необходимого комплекта лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения. Учебный корпус № 6. Библиотека.

Читальные залы; электронно-информационный отдел библиотеки Горского ГАУ. Специализированная мебель; система комфортного кондиционирования с (подогревом) фактор – сплит-система GREE; книжный сканер ЭЛАР-ПланСкан АЗ-Ц; комплект компьютерной техники в сборе (10 единиц) с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечения доступа в электронно-информационную образовательную среду Горского ГАУ. Учебный корпус № 6. Библиотека.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

6.1. Тематика курсовых работ (при наличии).

6.2 Перечень вопросов к зачету, экзамену, иное.

1. Основные генетические процессы в клетках микроорганизмов и их регуляция.
2. Механизмы общей и сайт-специфической рекомбинации.
3. Транскрипция и ее регуляция на различных уровнях.
4. Методы генетического обмена.
5. Генетическая трансформация, природная и индуцированная.
6. Общие представления о микробном метаболизме. Понятие катаболизма и анаболизма, общие метаболические предшественники, передача энергии в клетках.
7. Центральные метаболизм *E.coli* при росте на глюкозе и других сахарах.
8. Разнообразие и структура геномов прокариот и эукариот.
9. Методы секвенирования первого, второго, третьего поколений.
10. Методы обработки данных секвенирования. Картирование ридов. Поиск мутаций.
11. Анализ дифференциальной экспрессии генов.
12. Биологические базы данных. Поиск в биологических базах данных.
13. Методы метагеномики. Установление видового состава микробного сообщества.
14. Метаболическая инженерия – определение; фундаментальная направленность исследований и их практическая значимость. Этапы развития, методологическая основа и принципиальные различия.
15. Примеры выдающихся успехов современной метаболической инженерии (создание продуцентов аминокислот, известные мономеры для синтеза полимеров (1,3-пропандиол), антибиотиков (7-ADCA), искусственные мономеры для синтеза полимеров (1,4-бутандиол), артемизинин, биотопливо (изо-бутанол)).
16. Современные методы редактирования геномов микроорганизмов. От плазмидных модификаций до рандомизации целевых последовательностей в хромосоме на основе рекомбинирования с селекцией (устойчивость к антибиотикам) и контра-селекцией (SacB, I-SceI, CRISPR/Cas).
17. Краткая характеристика компонентов современного этапа исследований системной метаболической инженерии.
18. Постгеномные X-омные технологии как экспериментальная основа системной биологии и системной метаболической инженерии.
19. Роль построения различных метаболических моделей организмов в современной биоинженерии и синтетической биологии.
20. Флюксомика и 13C-анализ метаболических потоков.
21. Определение, задачи и цели биоэкономики.
22. Отрасли биоэкономики. Их содержание и развитие.
23. Практическое применение и влияние биоэкономики на производственные процессы.
24. Потенциала развития биоэкономики в мире - тренды и возможности.
25. Отечественные возможности развития биоэкономики (с позиции научно-технического, технологического уровня, с оценкой перспектив отечественных производственных возможностей).
26. Роль и место биотехнологий в биоэкономике.
27. Двойное применение биотехнологий.
28. Биологическая безопасность. Контроль, негативные сценарии, способы предотвращения.
29. Условия применения биотехнологий в различных отраслях и перспективы их развития.
30. Значение биопрепаратов в добыче углеводородного сырья и потенциале его переработки.
31. Роль биотехнологий в производстве фармацевтической продукции и в области здравоохранения.
32. Основные принципы и компоненты биотехнологических процессов получения фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов.

33. Определение устойчивого развития и органической продукции. Содержание аббревиатуры ESG.
34. Цели и задачи устойчивого развития. Базовые принципы, критерии и параметры.
35. Влияние ESG на рынок - оценка рисков, интеграция, возможности.
36. Индикаторы устойчивого развития. Формирование и роль рейтинга.
37. Инструменты и методы для достижения устойчивого развития в отраслях экономики.
38. Влияние биотехнологий на актуальные проблемы экологии.
39. Процесс совершенствования химических процессов и адаптация производств в соответствии с сокращением негативного влияния на окружающую среду.
40. Экономические, правовые и экологические аспекты биотехнологического производства фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов.
41. Определение штаммов, их группы и характерные особенности.
42. Требования к выбору штамма.
43. Этапы работы с штаммами. Суть и результат.
44. Поддерживающая селекция на предприятии.
45. Музеи штаммов на промышленных предприятиях - цели и задачи.
46. Патентование штаммов - суть и цели процедуры.
47. Задачи депонирования в уполномоченных коллекциях.
48. Формы депонирования и их особенности.
49. Особенности штаммов-продуцентов, используемых для получения лекарственных препаратов.
50. Цепочка технологического процесса.
51. Необходимое оборудование для производства биопрепаратов.
52. Методы выделения и очистки продуктов биотехнологий.
53. Понятие лабораторный регламент. Характерные особенности.
54. Понятие промышленного регламента. Характерные особенности.
55. Трудности масштабирования технологии в условиях крупнотоннажного производства.
56. Требования производственной практики в биотехнологическом фармацевтическом производстве.
57. Принципы систем GLP, GCP и GMP.
58. Определение биогеотехнологии и биогидрометаллургии.
59. Биогидрометаллургия и ее преимущества для переработки конкретных типов минерального сырья.
60. Основные процессы, лежащие в основе биогеотехнологического получения металлов.
61. Основные таксономические и физиологические группы микроорганизмов, используемые в биогеотехнологических процессах.
62. Взаимодействия микроорганизмов с сульфидными минералами.
63. Биотехнологии получения металлов из руд и основные технологические процессы (кучное, реакторное биоокисление).
64. Практическое применение биотехнологии для получения металлов.
65. Перспективные технологии получения металлов из руд.
66. Технологии очистки сточных вод от сульфатов, ионов металлов, цианида и тиоцианата.
67. Определение нефтяной микробиологии, и ее основных задач.
68. Какое место занимают микробиологические методы повышения нефтеотдачи в общем процессе разработки нефтяного месторождения.
69. Специфические физико-химические факторы, характерные для нефтяных месторождений.
70. Основные функциональные группы микроорганизмов нефтяных пластов.
71. Классическая схема трофической цепи заводняемого нефтяного пласта.
72. Диссимиляционная сульфатредукция, осуществляемая на месторождениях нефти анаэробными гетеро- и автотрофными микроорганизмами.
73. Типы метаногенеза в нефтяных пластах.
74. Нефтевытесняющие метаболиты, их классификация и принцип действия в нефтяном пласте.
75. Классификация и принцип выбора биотехнологий повышения нефтеотдачи пластов.

76. Способ подавления жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий и снижение сероводорода в пластовых флюидах.
77. Масштаб и роль очистки сточных вод в качестве жизни человека, экологии.
78. Суть технологий очистки сточных вод.
79. От чего чистят сточные воды – основные загрязнители.
80. Основные процессы, лежащие в основе технологий очистки сточных вод (физические, химические, биологические).
81. Основные физиологические группы микроорганизмов, используемые в технологиях очистки стоков.
82. Суть технологии Анаммокс
83. Базовая схема очистного сооружения.
84. Понятие биореактора – аэротенка.
85. Основные зоны реакторов по удалению С, N, Р.
86. Что такое рецикл?
87. Понятие и назначение метанового сбраживания.
88. Можно ли очистить воду от ядов?
89. Связь очистки сточных вод и воздуха, использование биофильтров.
90. Что такое биоремедиация? Ее положительные стороны.
91. Углекислородфиксирующие микроорганизмы – особенности метаболизма.
92. Факторы, влияющие на скорость самоочищения почвы и эффективность применения биопрепаратов в почве и водной среде.
93. Параметры, по которым различаются биопрепараты для биоремедиации почв и водоемов.
94. Источники загрязнения почв, поверхностных и грунтовых вод радионуклидами и тяжелыми металлами.
95. Способы захоронения жидких радиоактивных отходов.
96. Какие физиологические группы микроорганизмов являются перспективными агентами для создания биогеохимического барьера на пути движения подземных вод, загрязненных компонентами жидких РАО?
97. Влияние микроорганизмов на снижение миграции макрокомпонентов жидких РАО с током подземных вод.
98. Две стороны одной медали: защищать или разрушать пластик?
99. Понятие тяжелые металлы, токсическое действие на микроорганизмы
100. Биохимические основы удаления катионов металлов из растворов
101. Биохимические основы удаления анионов металлов из растворов
102. Что такое компостирование?
103. Какой продукт получают при компостировании, дайте его характеристику.
104. Какие температурные режимы?
105. Какие оптимальные условия компостирования?
106. Приведите пример процесса и микроорганизмов при экстремально высоких температурах.
107. Основные группы микроорганизмов-деструкторов биоразлагаемого бытового мусора.
108. Приведите пример, как изменялось микробное сообщество при со-компостировании пищевых и агроотходов?
109. Приведите пример лабораторной установки компостирования, ее назначение.
110. Виды, объем агроотходов и практический пример реализации технологии.
111. Виды, объемы муниципальных отходов и практические примеры реализации технологии.
112. История использования биогаза как альтернативного источника энергии.
113. Понятие процесса анаэробного сбраживания для получения биогаза и других ценных продуктов метаболизма.
114. Основные субстраты для анаэробного сбраживания.
115. Этапы анаэробного сбраживания, основные физиологические группы микроорганизмов.
116. Основные лимитирующие факторы процесса анаэробного сбраживания.
117. Наиболее значимые технологические параметры, влияющие на процесс анаэробного сбраживания.
118. Классификация технологий анаэробного сбраживания.
119. Основные конструкции анаэробных реакторов.
120. Ограничения анаэробного сбраживания.
121. Возможные пути преодоления существующих ограничений анаэробного сбраживания.

122. Новые тренды в анаэробном сбраживании.

### 6.3 Тестовые задания для диагностической работы.

1. Биотехнология это:

- 1) совокупность научных отраслей, использующих успехи биологических дисциплин для технических целей
- 2) комплекс знаний о жизни и совокупность научных дисциплин, изучающих жизнь
- 3) биологическая дисциплина, изучающая микроорганизмы – их систематику, морфологию, физиологию, биохимию
- 4) направление научно-технического прогресса, использующее биопроцессы и объекты для целенаправленного воздействия на человека, животных и окружающую среду+
- 5) совокупность промышленных методов, использующих живые организмы и биологические процессы для производства пищи, лекарственных средств и других полезных продуктов+

2. Измерения в которых может рассматриваться современная биотехнология:

- 1) техническое
- 2) молекулярное
- 3) традиционное+
- 4) генно-инженерное
- 5) современное+

3. Производства использующие элементы биотехнологии:

- 1) авиастроение
- 2) производство лекарственных препаратов+
- 3) электроника
- 4) машиностроение
- 5) пищевая промышленность+

4. В категорию лекарственных средств входят:

- 1) пищевые добавки
- 2) парафармацевтика
- 3) профилактические средства+
- 4) биологически активные добавки
- 5) диагностические средства+

5. Периоды в развитии биотехнологии предложенные Хаувином:

этиологический  
эмпирический  
антибиотиков+  
генотехнический  
управляемого биосинтеза+

6. Направления научно-технического прогресса с которыми тесно связана современная биотехнология:

- 1) ядерная физика
- 2) информатика
- 3) медицина+
- 4) генная инженерия+
- 5) сельское хозяйство

7. Биоэнерготехнология изучает и использует:

увеличение числа копий нужного гена  
белки, продуцируемые бактериями или дрожжами и используемые в пищевых целях  
запасы энергии в растительном покрове Земли+  
альтернативные источники энергии+  
низкомолекулярные органические соединения, используемые в энергетических целях

8. Трансформированные клетки представляют собой:

кольцевые молекулы ДНК, присутствующие в клетках вне хромосом  
множество копий одного генома

микроорганизмы, а также клетки, растущие вне организма, после переноса в них новых генов+  
продуценты биологически активных веществ

плазмидные векторы

9. Основные цели развития биотехнологии:



защита окружающей среды+

решить проблему климата

решать коренные задачи селекции физических объектов

решить проблему народонаселения

решить продовольственную проблему

10. Основные области применения традиционной биотехнологии:

легкая промышленность

животноводство+

химическая промышленность

пищевая промышленность+

растениеводство+

11. Основой биотехнологических производств является:

1) культивирование растений

2) культивирование микроорганизмов+

3) культивирование клеток животных и растений+

4) культивирование водорослей

5) культивирование грибов

12. Возникновение современной биотехнологии как научной дисциплины стало возможным после:

1) создания концепции гена

2) полного секвенирования ДНК у ряда организмов

3) создания методов культивирования микроорганизмов+

4) дифференциации микроорганизмов

5) создания методов генетической инженерии+

13. Биотехнология – это направление научно-технического прогресса, использующее для целенаправленного воздействия на человека, животных и окружающую среду:

1) ферменты и антибиотики

2) процессы и аппараты

3) биопроцессы и объекты+

4) вакцины и пищевые белки

5) генетические рекомбинации+

14. Биотехнология формировалась и эволюционировала по мере развития:

1) окружающего мира

2) человеческого общества+

3) научно-технического прогресса

4) климата Земли

5) электроники+

15. Переломные, определяющие периоды в развитии биотехнологии:

1) допастеровский

2) послепастеровский+

3) антибиотиков+

4) управляемого биосинтеза+

5) новый+

16. Бактериальное выщелачивание применяют для извлечения:

1) платины+

2) свинца

3) меди+

4) алюминия

5) никеля

17. Биополимеры синтезируемые микроорганизмами, которые используются для приготовления тонкой пленки для упаковки пищевых продуктов:

1) ксантан+

2) желатин

3) декстран

4) поллулан+

5) коллаген

18. Усилитель вкуса пищевых продуктов, получаемый путем культивирования *Micrococcum glutamicus*:

1) изомальт

- 2) ацесульфам-М
  - 3) глутаминовая кислота+
  - 4) неогеспердин
  - 5) глутамат натрия+
19. Имобилизованные ферменты, использующиеся в промышленности:
- 1) глюкозоизомераза+
  - 2) глюкозоредуктаза
  - 3) глюкозотрансфераза
  - 4)  $\beta$ -галактозидаза+
  - 5) пенициллинамидаза+
20. Ферменты, придающие пищевым продуктам новые диетические качества:
- 1) глюкозоизомераза+
  - 2) глюкозоредуктаза
  - 3) глюкозотрансфераза
  - 4)  $\beta$ -галактозидаза+
  - 5) пеницилиназа
21. Основу традиционной и существенную часть новейшей биотехнологии составляют:
- 1) фундаментальные дисциплины
  - 2) биотехнологические процессы производства+
  - 3) аппаратура
  - 4) биообъект
  - 5) биотехнологические системы производства+
22. Важнейшим звеном любого биотехнологического процесса является:
- 1) аппаратура
  - 2) энергообеспечение
  - 3) биообъект+
  - 4) технология
  - 5) питательная среда+
23. Биообъекты используемые в биотехнологии:
- 1) бактерии+
  - 2) низшие грибы+
  - 3) культуры клеток+
  - 4) плазмиды
  - 5) ферменты+
24. Требования предъявляемые к биообъектам-продуцентам:
- 1) чистота+
  - 2) скорость размножения+
  - 3) доступность
  - 4) активность и стабильность биомолекул+
  - 5) размер
25. Биологически активных веществ получаемые из биообъектов животного происхождения:
- 1) аминокислоты+
  - 2) антибиотики
  - 3) алкалоиды
  - 4) диагностикумы+
  - 5) гормоны+
26. Биологически активные вещества, получаемые из биообъектов растительного происхождения:
- 1) аминокислоты
  - 2) антибиотики
  - 3) алкалоиды+
  - 4) диагностикумы
  - 5) витамины+
  - 6) сердечные гликозиды+
27. Биологически активные вещества, получаемые из биообъектов микроорганизмов:
- 1) аминокислоты+
  - 2) антибиотики+
  - 3) алкалоиды
  - 4) диагностикумы

5)витамины+

28.Биообъекты – макромолекулы с ферментативной активностью используются в биотехнологии для:

- 1) лечения
- 2) биотрансформации +
- 3) диагностических систем
- 4) химического синтеза ДНК+
- 5) разделения рацемических смесей+

29.Микробиообъектами являются:

- 1) вирусы+
- 2) бактерии+
- 3) клетки
- 4) грибы+
- 5) дрожжи+

30.Макробиообъектами являются:

- 1) ферменты
- 2) растения+
- 3) культуры клеток
- 4) животные+
- 5) лишайники