

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 07 » марта 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Современные проблемы биотехнологии  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 180 (5)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 19.04.01 Биотехнология  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Биотехнология в освоении экономики замкнутого цикла  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний в области научных и промышленных основ современной биотехнологии, усвоение методических основ технологии рекомбинантных дезоксирибонуклеиновых кислот (ДНК) и промышленных биотехнологий, использующих биологические системы, модифицированные методами геной инженерии.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Задачи дисциплины:

- изучение молекулярно-биологических основ технологий рекомбинантных ДНК и их возможностей для получения новых видов продукции;
- формирование умений выявлять и анализировать информацию, способную приводить к появлению и развитию новых направлений биотехнологии, диверсификации биотехнологической продукции;
- формирование навыков освоения технологий рекомбинантных ДНК как пути к профессиональному росту в области биотехнологии.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-6	ИД-1 ОПК-6	Знает принципы обоснования, планирования и разработки инновационных современных биотехнологий, методы оценки эффективности технологических процессов в области биотехнологии	Знает принципы обоснования, планирования и разработки инновационных биотехнологий, методы оценки эконом и ческой эффективности вноски технологических процессов в области биотехнологии	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-6	ИД-2 ОПК-6	Умеет использовать методы математического моделирования и возможности современной компьютерной техники при разработке инновационных биотехнологий, умеет применять численные методы для решения задач биотехнологии	Умеет использовать методы математического моделирования и возможности современной компьютерной техники при разработке инновационных биотехнологий, проводить разработку новых технологий с учетом их технико-экономического обоснования	Контрольная работа
ОПК-6	ИД-3 ОПК-6	Владеет навыками применения инновационных решений при совершенствовании существующих и разработке новых биотехнологий с учетом экономических, социальных и экологических ограничений в соответствии с подходами экономики замкнутого цикла.	Владеет навыками применения инновационных решений при совершенствовании существующих и разработке новых биотехнологий с учетом экономических, социальных и экологических ограничений	Индивидуальное задание
ОПК-8	ИД-1 ОПК-8	Знает основы документации, регламентирующих биотехнологическое производство, имеет представление о документообороте организации; особенности патентования объектов биотехнологии	Знает основы экономики и управления производством, нормативно-правовые акты, регламентирующие биотехнологическое производство, имеет представление о документообороте организации; особенности патентования объектов биотехнологии	Экзамен
ОПК-8	ИД-2 ОПК-8	Умеет составлять описания проводимых исследований, собирать и обрабатывать данные для составления отчетов, обзоров, технической документации с использованием новейшей информации, принимать участие в установлении требований к документообороту организации, проводить патентные исследования	Умеет составлять описания проводимых исследований, собирать и обрабатывать данные для составления отчетов, обзоров, технической документации, разрабатывать технологические регламенты и аппаратно-технологические схемы биотехнологического производства, принимать участие в установлении	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		применительно к объектам биотехнологии.	требований к документообороту организации, проводить патентные исследования применительно к объектам биотехнологии	
ОПК-8	ИД-3 ОПК-8	Владеет навыками разработки документов для защиты объектов интеллектуальной собственности в области биотехнологии.	Владеет навыками разработки технологической документации и правовых документов для защиты объектов интеллектуальной собственности в области биотехнологии	Индивидуальное задание

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	32	32	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Раздел 1. Молекулярная биотехнология.	2	0	6	10
<p>Общая классификация технологий. Определение биотехнологии, ее особенности по сравнению другими технологиями. Краткая историческая справка о возникновении и развитии биотехнологии. Современный этап развития биотехнологии. Основные понятия: генная инженерия, технология рекомбинантных ДНК, молекулярная биология.</p> <p>Тема 1. Современная молекулярная биотехнология, ее научные основы, содержание и области применения. История развития биотехнологии. Перспективы совершенствования существующих технологий живых систем и создание современной биотехнологии (биологическая деятельность микроорганизмов, изолированных клеток или их компонентов).</p> <p>Тема 2. Основные направления биотехнологии. Объекты биотехнологии. Биологические системы, используемые в современной биотехнологии</p> <p>Основные направления биотехнологии. Промышленная, сельскохозяйственная, пищевая, экологическая, фармацевтическая, медицинская биотехнология, биотехнология источников энергии, биогеотехнология, бионано и нанобиотехнология и др. Объекты биотехнологии Основные биологические системы, используемые в биотехнологии - микроорганизмы, клеточные линии насекомых, растений и млекопитающих, вирусы и бактериофаги, многоклеточные организмы, молекулярные системы. Примеры: бактерии <i>Escherichia coli</i>, одноклеточные дрожжи <i>Sacharomyces cerevisiae</i>. Прокариоты и эукариоты. Структура и деление клеток. Клеточные мембраны. Генетический материал клетки. Ядро. Энергетическая система клетки. Митохондрии. Рибосомы. Аппарат Гольджи. Транспорт веществ и удаление отходов. Деление клеток – митоз. Культивирование клеток.</p>				
Раздел 2. Научные основы конструирования новых объектов биотехнологии	4	0	6	6
<p>Тема 3. Генетическая информация, организация геномов Генетическая информация и синтез белков, ДНК, РНК. Структура ДНК. Организация геномов бактерий, архей, эукариот. Топология и укладка ДНК. Роль суперспирализации в матричных процессах. Топоизомеразы. Укладка ДНК у эукариот. Нуклеосомы. Высшие уровни укладки. Репликация ДНК. Кодирование белков. Транскрипция и трансляция.</p> <p>Тема 4. Экспрессия генетической информации и</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
регуляция метаболизма Регуляция на уровне экспрессии генов. транскрипции у бактерий. Регуляция транскрипции у эукариот. Сплайсинг. Трансляция. Регуляция синтеза белка. Регуляция активности белков. Ретроингибирование и аллостерические ферменты. Ковалентная модификация. Доступность кофакторов. Концентрационные явления.				
Раздел 3. Научные основы конструирования новых объектов биотехнологии	4	0	6	18
Тема 5. Методы генетического конструирования <i>in vivo</i> . Общие положения и терминология. Мутации. Мутагенные факторы и их специфика. Мутагенез в селекции. Плазмиды. Конъюгация. Мобильные генетические элементы. Транспозоны, IS-элементы, фаги-транспозоны. Бактериофаги, вирусы и трансдукция. Генетическая трансформация. Тема 6. Методы генетического конструирования <i>in vitro</i> . Генная и белковая инженерия. Технологии рекомбинантных ДНК, основанные на переносе генетического материала из одного организма в другой. Рестрицирующие эндонуклеазы. Плазмидные векторы. Создание и скрининг библиотек. Клонирование структурных генов эукариот. Генетическая трансформация прокариот. Оптимизация экспрессии генов, клонированных в прокариотических системах. Экспрессия генов при участии сильных регулируемых промоторов. Получение больших количеств белковых продуктов. Химерные белки. Включение белков в поверхностные структуры. Однонаправленное тандемное расположение генов. Трансляционные экспрессирующие векторы. Полимеразная цепная реакция. Олигонуклеотид- направленный мутагенез. Методы ПЦР- рекомбинации. Секвенирование по Сэнгеру. Высокопроизводительное секвенирование нового поколения. Синтез, определение нуклеотидной последовательности и амплификация ДНК Химический синтез ДНК. Фосфорамидитный метод. Применение синтезированных олигонуклеотидов. Синтез генов. Синтез коротких генов. Сборка генов из модулей. Сборка генов из двухцепочечных фрагментов. Тема 7. Генетическое конструирование в эукариотических системах. Необходимость замены прокариот эукариотами при синтезе стабильных и биологически активных белков. Посттрансляционные изменения белков в клетках эукариот – эукариотические экспрессирующие				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
векторы. Системы экспрессии <i>Saccharomyces cerevisiae</i> . Секреция гетерологичных белков, синтезируемых <i>S. cerevisiae</i> . Применение других дрожжевых систем экспрессии.				
Раздел 4 Промышленное применение современных биотехнологий	6	0	8	18
Тема 8. Ферментные технологии. Биокаталитический синтез, биотрансформация и биodeградация химических соединений. Биокатализ. Классификация ферментов. Ферментные технологии. Биосенсоры. Ферменты в молекулярной диагностике и химическом анализе. Иммуноферментный анализ. Ферменты для производства моющих средств. Биокаталитический синтез мономеров для полимерной химии. Биокатализ в пищевой и перерабатывающей промышленности. Биотехнология переработки бытовых, промышленных и сельскохозяйственных отходов. Роль ферментов в процессах биodeградации. Факторы, влияющие на процессы биodeградации. Технологии биodeградации, основанные на использовании рекомбинантных штаммов. Имобилизация ферментов и клеток. Гетерогенный биокатализ. Гетерогенные системы в экологической биотехнологии. Тема 9. Микробиологическое производство метаболитов и биополимеров. Промышленный синтез белков и лекарственных средств. Обеспечение условий оптимального роста рекомбинантного микроорганизма с целью получения продукта с наибольшим выходом. Рост микроорганизмов. Обобщенная схема процесса промышленной ферментации. Периодическая культура. Непрерывная культура. Повышение эффективности ферментации. Тикрупномасштабные системы ферментации. Сбор клеток. Разрушение клеток. Дальнейшая обработка. Солюбилизация белков. Производство первичных и вторичных метаболитов. Биотехнология процессов брожения. Производство карбоновых кислот, спиртов, кетонов, углеводов, аминокислот, витаминов, других метаболитов. Производство антибиотиков. Производство ферментов. Производство белковых препаратов. Производство полисахаридов.				
Раздел 5 Перспективные направления развития биотехнологии и диверсификация биотехнологических	2	0	6	38
Тема 10. Биотехнология топлива и энергии. Виды биомассы. Энергетическая ценность различных видов биомассы. Методы переработки биомассы.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Особенности технологии переработки лигноцеллюлозных типов биомассы. Производство биоэтанола, биодизеля, биогаза, биоводорода. Производства бутанола и других энергоносителей в анаэробных условиях. Переход на использование возобновляемых источников сырья и энергии. Диверсификация продуктов переработки биомассы – основной путь расширения возможностей замены ископаемых видов сырья и топлива возобновляемыми. Возможности производства из различных видов биомассы новых видов топлив (твердых, жидких, газообразных), химикалий, пластмасс, прямого преобразования химической энергии биомассы в электрическую.</p> <p>Тема 11. Клеточные технологии. Медицинская и фармацевтическая биотехнология. Технологии клеточных культур растений и животных. Клонирование эукариот. Микроманипуляции. Производство моноклональных антител. Клеточные технологии в медицине, фармакологии, сельском хозяйстве. Особые свойства стволовых клеток, определяющие их использование в современной медицине. Эмбриональные и взрослые стволовые клетки, их плюрипотентные возможности. Создание линий эмбриональных стволовых клеток. Биотехнологии создания различных типов тканей с использованием стволовых клеток. Проблемы антигенности при использовании стволовых клеток. Перенос ядер соматических клеток. Перспективы использования и правовые вопросы, связанные с проблемой стволовых клеток. Интерфероны человека, полученные методом генной инженерии. Гормон роста человека, полученный методом генной инженерии. Ферменты. Вакцины. Антибиотики. Лекарственные средства против ВИЧ.</p> <p>Тема 12. Бионано- и нанобиотехнология. Биоэлектроника. Биофотоника. Бионанотехнология и нанобиотехнология. Применение неорганических и полимерных наночастиц и наноструктур в биотехнологии. Наносистемы из биомолекул. Самосборка наносистем. Моделирование биосистем. Биоэлектроника. Современные биочипы. Наноматрицы. Нанометрическая диагностика. Биофотоника. Лазерные технологии в биотехнологии. Биофотоника в сельскохозяйственной и медицинской практике. Современные флуоресцентные методы в молекулярных исследованиях. генерии.</p>				
ИТОГО по 1-му семестру	18	0	32	90
ИТОГО по дисциплине	18	0	32	90

## Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Анализ и оценка возможностей современной научной и экспериментальной базы молекулярной биотехнологии
2	Приобретение навыков получения знания в области современных проблем биотехнологии на примере важных для биотехнологии биологических систем
3	Освоение современных представлений о способах хранения и передачи информации в клетке
4	Освоение технологий рекомбинантных ДНК как пути к профессиональному росту в области биотехнологии
5	Приобретение навыков оценки возможностей методов синтеза генов
6	Развитие умений находить пути оптимизации экспрессии генов
7	Освоение представлений о рекомбинантных белках и необходимости их получения
8	Накопление навыков выявления биотехнологических разработок как объектов защиты интеллектуальной собственности
9	Анализ возможностей передачи биотехнологических разработок в другие отрасли хозяйственной деятельности и целесообразности их кадрового сопровождения с привлечением специалистов биотехнологов

### 5. Организационно-педагогические условия

#### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Клунова С. М., Егорова Т. А., Живухина Е.А. Биотехнология : учебник для вузов. Москва : Академия, 2010. 256 с. 16,0 усл. печ. л.	4
2	Нетрусов А. И. Введение в биотехнологию : учебник для вузов. 2-е изд., стер. Москва : Академия, 2015. 281 с. 18,0 усл. печ. л.	5
3	Чечина О. Н. Общая биотехнология : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Юрайт, 2019. 231 с. 14,44 усл. печ. л.	2
4	Чхенкели В. А. Биотехнология : учебное пособие. Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2014. 335 с. 21 усл. печ. л.	4
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Биотехнология: теория и практика : учебник для вузов / Н. В. Загоскина [и др.]. - Москва: Оникс, 2009.	33
2	Виноградова А. В. Биотехнология топлива : учебное пособие / А. В. Виноградова, Г. А. Козлова, Л. В. Аникина. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	49
3	Вольхин В. В. Общая химия. Избранные главы : учебное пособие для вузов / В. В. Вольхин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2002.	158
4	Глик Б. Молекулярная биотехнология : принципы и применение : пер. с англ. / Б. Глик, Д. Пастернак. - Москва: Мир, 2002.	35
5	Егорова Т.А. Основы биотехнологии: учеб. пособие для вузов/ Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина : учеб. пособие для вузов / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. - Москва: Academia, 2005.	13
6	Квеситадзе Г. И. Введение в биотехнологию / Г. И. Квеситадзе, А. М. Безбородов. - Москва: Наука, 2002.	5
7	Сазыкин Ю.О. Биотехнология : учебное пособие для вузов / Ю.О. Сазыкин, С.Н. Орехов, И.И. Чакалева. - М.: Академия, 2006.	10

8	Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия : пер. с нем. / Р. Шмид,. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2014.	19
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Реферативный журнал. 04Р1. Биотехнология. Бионанотехнологии. Бионаноматериалы : электронный ресурс / Российская академия наук ; Всероссийский институт научной и технической информации. - Москва: ВИНТИ, 2008 .	1
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Спеллман Ф. Р. Справочник по очистке природных и сточных вод. Водоснабжение и канализация : пер. с англ. Санкт-Петербург : Профессия, 2014. 1022 с. 106,30 усл. печ. л.	13
2	Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия : пер. с нем. Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2014. 325 с. 26,65 усл. печ. л.	19
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Современные проблемы в биотехнологии	<a href="http://files.lib.sfukras.ru/ebibl/umkd/1323/u_manual.pdf">http://files.lib.sfukras.ru/ebibl/umkd/1323/u_manual.pdf</a>	сеть Интернет; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Elsevier "Freedom Collection"	<a href="https://www.elsevier.com/">https://www.elsevier.com/</a>
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Мультимедийный класс. Проектор потолочного крепления Panasonic	1
Практическое занятие	Компьютерный класс. Персональные компьютеры "Декада"	5

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Современные проблемы биотехнологии»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	<b>19.04.01. Биотехнология</b>
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Биотехнология в освоении экономики замкнутого цикла
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Магистр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Химии и биотехнологии
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс: 1 Семестр: 1</b>	
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	5 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	180 ч.
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>	
Экзамен: 1 семестр	

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Современные проблемы биотехнологии» является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров (1 семестра учебного плана). В дисциплине предусмотрены аудиторские лекционные, практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, практических и лабораторных работ и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР	Зачет	Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>З.1</b> Знает принципы обоснования, планирования и разработки инновационных современных биотехнологий, методы оценки эффективности технологических процессов в области биотехнологии		ТО1	КР1			ТВ
<b>З.2.</b> Знает основы документации, регламентирующих биотехнологическое производство, имеет представление о документообороте организации; особенности патентования объектов биотехнологии		ТО2	КР1			ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> Умеет использовать методы математического моделирования и возможности современной компьютерной техники при разработке инновационных биотехнологий, умеет применять численные методы для решения задач биотехнологии		ТО3	КР2			ТВ
<b>У.2.</b> Умеет составлять описания проводимых исследований, собирать и обрабатывать данные для составления отчетов, обзоров, технической документации с использованием новейшей информации, принимать участие в установлении требований к документообороту организации,		ТО4	КР2			ТВ

проводить патентные исследования						
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> Владеет навыками применения инновационных решений при совершенствовании существующих и разработке новых биотехнологий с учетом экономических, социальных и экологических ограничений в соответствии с подходами экономики замкнутого цикла.				ПЗ		ТВ
<b>В.2.</b> Владеет навыками разработки документов для защиты объектов интеллектуальной собственности в области биотехнологии.				ПЗ		ТВ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или

выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме практического занятия. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме контрольных работ и выполнения индивидуального задания.

### **2.2.1. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы, Первая КР1 по модулю 1 «Развитие научных основ современной биотехнологии»; вторая КР2 – по модулю «Технологии рекомбинантных ДНК». Рубежный контроль по модулю 3 «Перспективные направления развития биотехнологии и диверсификация биотехнологических производств» проводится в форме подготовки и защиты реферата.

#### **Типовые задания КР1**

Контрольная работа КР1 посвящена проверке освоения знаниевого компонента частей компетенций, включенных в учебный план дисциплины.

Типовое задание КР1:

1. Описание научных основ современной биотехнологии.
2. Изложение общественной значимости биотехнологии как основы будущей профессии магистранта, ее значимости для других отраслей хозяйственной деятельности.
3. Описание видов биотехнологической продукции, которые относятся к объектам защиты интеллектуальной собственности, и форм охранных документов.

#### **Типовые задания КР2**

Контрольная работа КР2 посвящена проверке освоения студентами умений практического использования теоретических знаний в объеме частей компетенций, включенных в учебный план дисциплины.

Типовое задание КР2:

1. Анализ основных стадий осуществления технологий рекомбинантных ДНК.
2. Анализ информации, способной приводить к совершенствованию существующих биотехнологий и появлению новых направлений исследований.
3. Выявление информации о возможных прототипах для определения путей защиты интеллектуальной собственности применительно к новым разработкам в области биотехнологии.

Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля
5	Максимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Отчет по контрольной работе оформлен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении отчета по контрольной работе.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, отчет по контрольной работе имеет недостаточный уровень качества оформления.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также неспособен пояснить полученный результат.</i>

Результаты рубежного контроля по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### 2.2.2. Выполнение индивидуального задания.

Рубежный контроль для комплексного оценивания приобретенных умений и владений в виде защиты индивидуального творческого задания в форме реферата. Реферат представляет собой комплексное индивидуальное задание, включающее сбор, обобщение и анализ информации по заданной теме, и подготовку на основе этой информации технологического решения в области биотехнологий. Весь объем этой работы рассчитан на СРС.

Защита реферата предусматривает проверку освоения навыков владения принципами превращения накопленной информации в технологические решения в области биотехнологии.

Типовые задания в рамках ЗР:

1. Составить принципиальную схему биотехнологического процесса на основе анализа информации, выявленной при подготовке реферата.
2. Обосновать выбор перспективного пути решения биотехнологической проблемы на основе анализа информации, изложенной в реф выявленной при подготовке реферата.
3. Обосновать возможность выбора формы защиты интеллектуальной

собственности для конкретного биотехнологического объекта.

Шкала и критерии оценки результатов рубежного контроля в форме защиты реферата приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Шкала и критерии оценки результатов рубежного контроля в форме защиты реферата

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля
5	Максимальный уровень	<i>Студент показал отличные знания, умения и навыки владения в рамках усвоенного учебного материала, полностью выполнил задание по сбору, накоплению и анализу информации на заданную тему, обосновал возможность осуществления на основе этой информации технологического решения, оценил пути создания потенциального объекта защиты интеллектуальной собственности.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент показал хорошие знания, умения и навыки владения в рамках усвоенного учебного материала, полностью выполнил задание по сбору, накоплению и анализу информации на заданную тему, но недостаточно убедительно обосновал возможности осуществления на основе этой информации технологического решения, изложил лишь общий подход к выбору биотехнологических объектов защиты интеллектуальной собственности.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент не смог в полном объеме показать знания, умения и навыки владения в рамках усвоенного учебного материала, не полностью выполнил задание по сбору, накоплению и анализу информации на заданную тему, затрудняется убедительно обосновать возможность осуществления на основе этой информации технологического решения, изложил лишь общие положения в области патентования биотехнологических объектов.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент проявил недостаточный уровень знаний, умений и навыков владения, не полностью выполнил задание по сбору, накоплению и анализу информации на заданную тему, не смог убедительно обосновать возможность осуществления на основе этой информации технологического решения, не знает основные положения системы патентования биотехнологических объектов.</i>

Результаты рубежного контроля по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

#### **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача индивидуального задания и сдача контрольных работ.

##### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации в форме экзамена**

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практическое задание (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексное задание (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений заявленных дисциплинарных компетенций.

Билеты формируются таким образом, чтобы в них попали теоретические вопросы, практические и комплексные задания, контролируемые уровень сформированности *всех* формируемых частей компетенций. Форма билета представлена в приложении 1.

### **Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

#### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Регуляция транскрипции у бактерий и эукариот. Трансляция. Регуляция синтеза белков.
2. Определение нуклеотидной последовательности. Дидезоксинуклеотидный метод секвенирования ДНК. Полимеразная цепная реакция.
3. Создание геномной библиотеки. Скрининг с помощью гибридизации. Иммунологический скрининг. Скрининг по активности белка.
4. Генетическая трансформация прокариот. Перенос ДНК в *E.coli*. Электропорация. Конъюгация.
5. Патенты на продукты и патенты на способы. Особенности патентования в разных странах.
6. Развитие практики патентования биотехнологических изобретений.

#### **Типовые практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Рассмотрите особые свойства стволовых клеток и перспективы их использования в современной медицине.
2. Рассмотрите перспективы использования биомассы как возобновляемого сырья для получения новых видов топлив, химикалий и пластмасс, получения биоразлагаемых упаковочных материалов.
3. Покажите возможности синтеза копии последовательности к-ДНК, кодирующей нужный белок, исходя из мРНК.
4. Рассмотрите необходимость создания трансляционных экспрессирующих векторов и стабилизации белков.
5. Рассмотрите возможность патентования вещества, представляющего собой объект биотехнологии.
6. Рассмотрите возможность патентования способа как метода получения биотехнологического продукта или как действия и операции при решении задач биотехнологии.

#### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Дайте обоснование выбора векторов для клонирования структурных генов в разных клетках-хозяевах.
2. Обоснуйте необходимость и пути оптимизации экспрессии генов, клонированных в прокариотических системах.

3. Проанализируйте достоинства и возможные пути совершенствования технологии интерферона, получаемого методом генной инженерии.

4. Проведите сравнительный анализ современных технологий получения вакцин.

5. Проанализируйте состояние и перспективы патентования ДНК-последовательностей.

6. Проанализируйте состояние и перспективы патентования многоклеточных организмов.

Таблица 2.3. Шкала оценивания уровня знаний

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.4. Шкала оценивания уровня умений

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения в рамках освоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении практического задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено</i>

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
		<i>множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.5. Шкала оценивания уровня приобретенных владений

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил комплексное задание билета. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении комплексного задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</i>

#### 2.4.2. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Оценка освоения знаний вносится в оценочный лист как интегральный результат оценивания контрольной работы №1 и ответов на вопросы

экзаменационного билета. Оценка освоения умений вносится в оценочный лист как итог оценивания по 4-бальной шкале результатов выполнения контрольной работы №2 и ответов на вопросы экзаменационного билета. Оценка освоения владений вносится в оценочный лист как итог оценивания индивидуального задания и ответов на вопросы экзаменационного билета. По трем оценкам, внесенным в оценочный лист, вычисляется среднеарифметическое значение по 4-бальной шкале и после округления определяется отметка по дисциплине в 6 семестре.

Оценочный лист по дисциплине "Современные проблемы биотехнологии»

№ п/п	Фамилия. И.О.	Оценка				Итоговая оценка
		Знания (ТВ и КР1)	Умения (ТВ и КР2)	Владения (ПЗ и ТВ)	Среднее арифметическое	

**Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации:**

«Отлично» – средняя оценка  $> 4,5$ .

«Хорошо» – средняя оценка  $>3,7$  и  $\leq 4,5$ .

«Удовлетворительно» – средняя оценка  $\geq 3,0$  и  $\leq 3,7$  при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.

«Неудовлетворительно» – средняя оценка  $<3,0$  или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций.