МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
_____ / О.В. Юсупова
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.01.01 «Молекулярная биотехнология»

Код и направление подготовки (специальность)	19.03.01 Биотехнология
Направленность (профиль)	Промышленная биотехнология
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2023
Институт / факультет	Высшая биотехнологическая школа
Выпускающая кафедра	Высшая биотехнологическая школа
Кафедра-разработчик	Высшая биотехнологическая школа
Объем дисциплины, ч. / з.е.	288 / 8
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет, Экзамен

Самара 2023

Б1.В.01.01 «Молекулярная биотехнология»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **19.03.01 Биотехнология**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 193 от 11.03.2015 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат химических наук	А.А Суркова
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)

Заведующий кафедрой	В.В. Бахарев, доктор химических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	Д.В Зипаев, кандидат технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	З.Е. Мащенко, кандидат фармацевтических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 5
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 6
4.1 Содержание лекционных занятий 7
4.2 Содержание лабораторных занятий 11
4.3 Содержание практических занятий 14
4.4. Содержание самостоятельной работы 16
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 18
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 19
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 19
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 20
9. Методические материалы 21
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 22

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Проведение подготовительных работ для осуществления биотехнологического процесса производства биологических активных веществ и биотехнологической продукции для пищевой промышленности	ПК-1.1 Способен работать с культурами микроорганизмов	Уметь работать с культурами микроорганизмов
		ПК-1.2 Готовит и стерилизует питательные среды	Уметь готовить и стерилизовать питательные среды
		ПК-1.3 Знает требования производственной санитарии, асептики	Знать требования производственной санитарии и асептики, необходимые для осуществления биотехнологического производства
		ПК-1.4 Владеет навыками подготовки биотехнологической посуды и оборудования для проведения биотехнологического процесса	Владеть навыками подготовки биотехнологической посуды; навыками работы с оборудованием для проведения биотехнологического процесса
	ПК-2 Организация ведения технологического процесса в рамках принятой на предприятии технологии производства биологически активных веществ и биотехнологической продукции для пищевой промышленности с использованием культур микроорганизмов	ПК-2.1 Способен культивировать микроорганизмы-продуценты	Уметь осуществлять культивирование микроорганизмов-продуцентов, используемых в биотехнологии

		ПК-2.2 Эксплуатирует биотехнологическое оборудование	Уметь использовать биотехнологическое оборудование в рамках принятой на предприятии технологии производства биологически активных веществ и биотехнологической продукции для пищевой промышленности
		ПК-2.3 Выделяет продукт биосинтеза и проводит очистку и концентрирование биологически активного вещества	Владеть основными способами выделения продуктов биосинтеза
			Уметь проводить очистку и концентрирования биологически активных веществ

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-1	Общие принципы переработки сырья	Пищевая биотехнология; Производственная практика: технологическая практика; Промышленная биотехнология; Техно-химический контроль на биотехнологических предприятиях	Пищевая биотехнология; Подготовка к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Производственная практика: преддипломная практика; Промышленная биотехнология
ПК-2	Общие принципы переработки сырья	Пищевая биотехнология; Производственная практика: технологическая практика; Промышленная биотехнология; Системы менеджмента качества на биотехнологических предприятиях; Системы управления энерго- и ресурсосберегающими процессами; Техно-химический контроль на биотехнологических предприятиях; Экологический мониторинг	Пищевая биотехнология; Подготовка к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Производственная практика: преддипломная практика; Промышленная биотехнология; Сельскохозяйственная биотехнология; Технология ферментных препаратов; Фармацевтическая биотехнология; Экологическая биотехнология

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	5 семестр часов / часов в электронной форме	6 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	160	96	64
Лабораторные работы	48	48	0
Лекции	64	32	32
Практические занятия	48	16	32
Внеаудиторная контактная работа, КСР	34	30	4
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	58	54	4
подготовка к лабораторным работам	54	54	0
подготовка к практическим занятиям	4	0	4
Контроль	36	0	36
Итого: час	288	180	108
Итого: з.е.	8	5	3

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	4	48	16	54	122
2	Технология рекомбинантных ДНК	6	0	0	0	6
3	Химический синтез, определение нуклеотидной последовательности и амплификация ДНК	6	0	0	0	6
4	Экспрессия генов и получение рекомбинантных белков	16	0	0	0	16
5	Молекулярная биотехнология микробиологических систем	16	0	12	2	30
6	Эукариотические системы	12	0	16	2	30
7	Контроль исследований в области молекулярной биотехнологии и патентование биотехнологических изобретений	4	0	4	0	8
	КСР	0	0	0	0	34
	Контроль	0	0	0	0	36
	Итого	64	48	48	58	288

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
5 семестр				
1	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Тема 1.1. Биологические системы, используемые в молекулярной биотехнологии.	Прокариоты и эукариоты. Echerichia coli, Saccharomyces cerevisiae. Культуры эукариотических клеток.	2
2	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Тема 1.2. Строение и репликация ДНК. Тема 1.3. Расшифровка генетической информации.	Структура ДНК. Репликация ДНК. РНК и белок. Трансляция. Регуляция транскрипции у бактерий и эукариот.	2
3	Технология рекомбинантных ДНК	Тема 2.1. Рестриктирующие эндонуклеазы. Плазмидные векторы.	Ферменты для расщепления ДНК. Плазмидные векторы.	2
4	Технология рекомбинантных ДНК	2.2. Создание и скрининг библиотек.	Создание геномной библиотеки. Скрининг с помощью гибридизации, по активности белка, иммунологический скрининг.	2
5	Технология рекомбинантных ДНК	Тема 2.3. Клонирование структурных генов эукариот и прокариот.	Векторы для клонирования крупных фрагментов ДНК. Генетическая трансформация прокариот.	2
6	Химический синтез, определение нуклеотидной последовательности и амплификация ДНК	Тема 3.1. Химический синтез ДНК	Фосфорамитидный метод. Применение синтезированных олигонуклеотидов. Синтез генов.	2
7	Химический синтез, определение нуклеотидной последовательности и амплификация ДНК	Тема 3.2. Методы секвенирования ДНК.	Дидезоксинуклеотидный метод. Секвенирование ДНК с помощью вектора на основе фага М13. Праймер-опосредованная прогулка.	2
8	Химический синтез, определение нуклеотидной последовательности и амплификация ДНК	Тема 3.3. Полимеразная цепная реакция (ПЦР).	Получение с помощью ПЦР кДНК, отвечающих концам молекул мРНК. Синтез генов с помощью ПЦР.	2
9	Экспрессия генов и получение рекомбинантных белков	Тема 4.1. Экспрессия генов при участии сильных регулируемых промоторов.	Регулируемые промоторы. Получение больших количеств белковых продуктов. Крупномасштабные системы. Использование для экспрессии других микроорганизмов.	2

10	Экспрессия генов и получение рекомбинантных белков	Тема 4.2. Химерные белки.	Расщепление химерных белков. Применение химерных белков. Включение белков в поверхностные структуры.	2
11	Экспрессия генов и получение рекомбинантных белков	Тема 4.3. Особенности экспрессии генов.	Однонаправленное тандемное расположение генов. Трансляционные экспрессирующие векторы. Стабилизация белков. Рост в условиях недостатка кислорода. Интеграция чужеродной ДНК в хромосому хозяина. Повышение эффективности секреции. Метаболическая перегрузка.	2
12	Экспрессия генов и получение рекомбинантных белков	Тема 4.4. Системы экспрессии генов с использованием культур клеток дрожжей.	Системы экспрессии Saccharomyces cerevisiae. Векторы, секреция гетеролитических белков. Другие дрожжевые системы экспрессии.	2
13	Экспрессия генов и получение рекомбинантных белков	Тема 4.5. Системы экспрессии генов с использованием культур клеток насекомых.	Система экспрессирующих векторов на основе бакуловирусов. Выделение рекомбинантного белка из клеток насекомых с помощью аффинного связывания.	2
14	Экспрессия генов и получение рекомбинантных белков	Тема 4.6. Экспрессирующие векторы для работы с клетками млекопитающих.	Селективные маркерные гены. Экспрессия двух клонированных генов в одной клетке млекопитающих.	2
15	Экспрессия генов и получение рекомбинантных белков	Тема 4.7. Методика направленного мутагенеза.	Олигонуклеотид-направленный мутагенез с использованием ДНК фага M13, плазмидной ДНК, ПЦР-амплификации. Случайный мутагенез с использованием «вырожденных» олигонуклеотидных праймеров, аналогов нуклеотидов.	2
16	Экспрессия генов и получение рекомбинантных белков	Тема 4.8. Генная инженерия белков.	Образование дополнительных дисульфидных связей. Уменьшение числа свободных сульфгидрильных групп. Повышение ферментативной активности. Изменение стабильности и специфичности фермента.	2
			Итого за семестр:	**32**
6 семестр				
17	Молекулярная биотехнология микробиологических систем	Тема 1.1. Молекулярная диагностика.	Методы иммунодиагностики. Моноклональные антитела. Системы ДНК-диагностики. Гибридизационные зонды. Геномная дактилоскопия. Использование полиморфных ДНК-маркеров. Молекулярная диагностика генетических заболеваний. Метод ПЦР/ЛОЗ	2
18	Молекулярная биотехнология микробиологических систем	Тема 1.2. Микробиологическое производство лекарственных средств.	Выделение кДНК интерферонов. Оптимизация генной экспрессии. Моноклональные антитела как лекарственные средства. Производство антител с помощью E.coli.	2

19	Молекулярная биотехнология микробиологических систем	Тема 1.3. Вакцины.	Субъединичные вакцины. Противоящурные, противотурбекулезные, противохолерные, противовирусные, про-тивобактериальные вакцины, полученные методами молекулярной биотехнологии. Генная иммунизация. Атгенуированные вакцины. «Векторные» вакцины.	2
20	Молекулярная биотехнология микробиологических систем	Тема 1.4. Использование рекомбинантных микроорганизмов для получения коммерческих продуктов.	Эндонуклеазы рестрикции. Малые биологические молекулы. Синтез аминокислот. Клонирование генов биосинтеза антибиотиков. Разработка новых методов получения поликетидных антибиотиков. Микробиологический синтез каучука, животного биополимера с адгезивными свойствами, полигидроксиалканоатов.	2
21	Молекулярная биотехнология микробиологических систем	Тема 1.5. Биодеградация токсичных соединений и утилизация биомассы.	Метаболические пути биодеградации ксенобиотиков, созданные методами генной инженерии. Утилизация крахмала и сахаров. Промышленное производство фруктозы и этанола. Получение силоса. Утилизация целлюлозы. Выделение прокариотических и эукариотических целлюлазных генов. Манипуляция с целлюлазными генами.	2
22	Молекулярная биотехнология микробиологических систем	Тема 1.6. Бактерии, стимулирующие рост растений.	Фиксация азота. Генная инженерия кластера генов нитрогеназы. Гидрогеназа. Модификация генов гидрогеназ. Образование клубеньков. Манипуляция с генами образования клубеньков. Биоконтроль патогенных микроорганизмов. Стимуляция роста растений свободноживущими бактериями.	2
23	Молекулярная биотехнология микробиологических систем	Тема 1.7. Микробные инсектициды.	Токсин, синтезируемый Bacillus thuringiensis. Механизм действия и использования. Бакуловирусы как инструмент биоконтроля. Механизм действия. Усиление биоконтроля с помощью генной инженерии.	2
24	Молекулярная биотехнология микробиологических систем	Тема 1.8. Промышленный синтез белков при участии рекомбинантных микроорганизмов.	Рост микроорганизмов. Биореакторы. Типичные крупномасштабные системы ферментации. Сбор клеток. Разрушение клеток. Дальнейшая обработка. Солюбилизация белков.	2
25	Эукариотические системы	Тема 2.1. Генная инженерия растений: методология.	Трансформация растений Ti-плазмидой из Agrobacterium tumefaciens. Физические методы переноса генов в растительные клетки. Бомбардирование микрочастицами. Эксперименты по экспрессии чужеродных генов в растениях. Получение трансгенных растений, не содержащих маркерных генов.	2

26	Эукариотические системы	Тема 2.2. Генная инженерия растений: применение.	Выведение растений, устойчивых к насекомым-вредителям, вирусам и гербицидам. Получение растений, противостоящих неблагоприятным воздействиям и старению. Изменение окраски цветков. Изменение пищевой ценности растений. Изменение вкуса и внешнего вида плодов. Растения как биореакторы.	2
27	Эукариотические системы	Тема 2.3. Трансгенные животные.	Трансгенные мыши: методология. Использование ретровирусных векторов. Метод микроинъекций ДНК. Использование модифицированных эмбриональных и стволовых клеток. Клонирование с помощью переноса ядра. Трансгенные мыши: применение. Трансгенный крупный рогатый скот. Трансгенные овцы, козы и свиньи. Трансгенные птицы, рыбы.	2
28	Эукариотические системы	Тема 2.4. Молекулярная генетика человека.	Генетическое сцепление и картирование генов. Обнаружение и оценка генетического сцепления у человека. Построение генетических карт хромосом человека. Генетический полиморфизм. Картирование локуса генетического заболевания в определенном районе хромосомы. Построение мультилокусных хромосомных карт человека.	2
29	Эукариотические системы	Тема 2.4.(продолжение).	Физическое картирование генома человека. Клонирование генов заболеваний человека. Выявление мутаций в генах человека. Функциональное, кандидатное, позиционное, позиционно-кандидатное картирование. Программа «Геном человека».	2
30	Эукариотические системы	Тема 2.5. Генная терапия	Генная терапия ex vivo. Генная терапия in vivo. Вирусные системы доставки генов. Ретровирусные векторы. Аденовирусные векторы. Векторы на основе простого герпеса. Невирусные системы доставки генов. Активация предшественника лекарственного вещества («пролекарства»). Лекарственные средства на основе олигонуклеотидов. Коррекция генетических дефектов с помощью олигонуклеотидов	2
31	Контроль исследований в области молекулярной биотехнологии и патентование биотехнологических изобретений	Тема 3.1. Контроль применения биотехнологических методов.	Контроль экспериментов с рекомбинантными ДНК. Контроль за производством и потреблением пищевых продуктов и пищевых добавок. Контролируемое высвобождение генетически модифицированных организмов в окружающую среду. Генная терапия человека.	2

32	Контроль исследований в области молекулярной биотехнологии и патентование биотехнологических изобретений	Тема 3.2. Патентование биотехнологических изобретений.	Общие вопросы патентования изобретений. Патентование изобретений в разных странах. Патентование ДНК-последовательностей. Патентование многоклеточных организмов. Патентование и фундаментальные исследования	2
			Итого за семестр:	**32**
			Итого:	**64**

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема лабораторного занятия**	**Содержание лабораторного занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
5 семестр				
1	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 1. Определение содержания белков в животных тканях.	Получение экстракта водорастворимых белков из животных тканей. Построение калибровочного графика для определения содержания белков по методу Лоури. Количественное определение белков по методу Лоури.	2
3	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 2. Определение содержания белков в растительных тканях.	Получение экстракта водорастворимых белков из растительных тканей. Количественное определение белков спектрофотометрическим методом.	2
4	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 3. Определение содержания белков в клетках микроорганизмов.	Получение гидролизата белков из клеток дрожжей. Построение калибровочного графика для определения содержания белков биуретовым методом. Определение содержания белков в гидролизате из клеток дрожжей биуретовым методом.	2
5	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 3. Определение содержания белков в клетках микроорганизмов.	Получение гидролизата белков из клеток дрожжей. Построение калибровочного графика для определения содержания белков биуретовым методом. Определение содержания белков в гидролизате из клеток дрожжей биуретовым методом.	2
7	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 4. Определение активности протеолитических ферментов.	Получение раствора ферментного прапарата. Определение суммарной активности протеаз.	2

8	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 4. Определение активности протеолитических ферментов.	Получение раствора ферментного прапарата. Определение суммарной активности протеаз.	2
9	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 5. Выделение геномной ДНК.	Выделение геномной ДНК из лука.	2
10	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 6. Определение суммарного содержания нуклеиновых кислот.	Экстракция нуклеиновых кислот из биологического материала. Определения суммарного содержания нуклеиновых кислот.	2
11	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 6. Определение суммарного содержания нуклеиновых кислот.	Экстракция нуклеиновых кислот из биологического материала. Определения суммарного содержания нуклеиновых кислот.	2
13	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 7. Определение содержания РНК в тканях.	Экстракция РНК из биологического материала. Определение общего содержания РНК.	2
14	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 7. Определение содержания РНК в тканях.	Экстракция РНК из биологического материала. Определение общего содержания РНК.	2
16	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 8. Определение содержания ДНК в животных тканях.	Экстракция ДНК из животных тканей. Определение содержания ДНК.	2
17	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 8. Определение содержания ДНК в животных тканях.	Экстракция ДНК из животных тканей. Определение содержания ДНК.	2
19	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 9. Определение содержания ДНК в растительных тканях.	Экстракция ДНК из растительных тканей. Определение содержания ДНК.	2

20	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 9. Определение содержания ДНК в растительных тканях.	Экстракция ДНК из растительных тканей. Определение содержания ДНК.	2
22	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 10. Оценка биосинтетической функции тканей.	Экстракция РНК. Определение содержания РНК спектрофотометрическим методом. Экстракция ДНК. Определение содержания ДНК спектрофотометрическим методом. Экстракция белков. Построение калибровочного графика для определения содержания белков биуретовым методом. Определение содержания белков биуретовым методом. Определение биосинтетической функции ткани.	2
23	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 10. Оценка биосинтетической функции тканей.	Экстракция РНК. Определение содержания РНК спектрофотометрическим методом. Экстракция ДНК. Определение содержания ДНК спектрофотометрическим методом. Экстракция белков. Построение калибровочного графика для определения содержания белков биуретовым методом. Определение содержания белков биуретовым методом. Определение биосинтетической функции ткани.	2
26	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 7. Определение содержания РНК в тканях.	Экстракция РНК из биологического материала. Определение общего содержания РНК.	2
27	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 6. Определение суммарного содержания нуклеиновых кислот.	Экстракция нуклеиновых кислот из биологического материала. Определения суммарного содержания нуклеиновых кислот.	2
28	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 5. Выделение геномной ДНК.	Выделение геномной ДНК из лука.	2
29	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 4. Определение активности протеолитических ферментов.	Получение раствора ферментного прапарата. Определение суммарной активности протеаз.	2

30	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 3. Определение содержания белков в клетках микроорганизмов.	Получение гидролизата белков из клеток дрожжей. Построение калибровочного графика для определения содержания белков биуретовым методом. Определение содержания белков в гидролизате из клеток дрожжей биуретовым методом.	2
31	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 2. Определение содержания белков в растительных тканях.	Получение экстракта водорастворимых белков из растительных тканей. Количественное определение белков спектрофотометрическим методом.	2
32	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Лабораторная работа № 1. Определение содержания белков в животных тканях.	Получение экстракта водорастворимых белков из животных тканей. Построение калибровочного графика для определения содержания белков по методу Лоури. Количественное определение белков по методу Лоури.	2
			Итого за семестр:	**48**
			Итого:	**48**

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема практического занятия**	**Содержание практического занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
5 семестр				
17	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Строение и репликация ДНК	Решение типовых задач по основам молекулярной генетики	2
18	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Строение и репликация ДНК (продолжение)	Решение типовых задач по основам молекулярной генетики	2
19	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Рестриктирующие эндонуклеазы	Ферменты рестрикции и получение гибридной ДНК. Решение типовых задач	2
20	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Рестриктирующие эндонуклеазы (продолжение)	Ферменты рестрикции и получение гибридной ДНК. Решение типовых задач	2
21	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Плазмидные векторы	Вектора – специальные устройства для доставки чужеродных генов в различные организмы. Решение типовых задач	2
22	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Плазмидные векторы (продолжение)	Фаговые и космидные вектора и создание геномных библиотек. Решение типовых задач	2

23	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Секвенирование	Полный сиквенс (прочтение) нуклеотидных последовательностей ДНК	2
24	Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Секвенирование (продолжение)	полный сиквенс (прочтение) нуклеотидных последовательностей ДНК. Решение типовых задач	2
			Итого за семестр:	**16**
6 семестр				
1	Молекулярная биотехнология микробиологических систем	Применение методов молекулярной биотехнологии в медицине.	Методы иммунодиагностики. Моноклональные антитела. Молекулярная диагностика генетических заболеваний. Лекарственные препараты. Ферменты	2
2	Молекулярная биотехнология микробиологических систем	Применение методов молекулярной биотехнологии в медицине.	Вакцины. Антибиотики. Биополимеры	2
3	Молекулярная биотехнология микробиологических систем	Применение методов молекулярной биотехнологии в экологии.	Биодеградация ксенобиотиков. Утилизация крахмала и сахаров. Утилизация целлюлозы.	2
4	Молекулярная биотехнология микробиологических систем	Применение методов молекулярной биотехнологии в экологии.	Утилизация крахмала и сахаров. Утилизация целлюлозы.	2
5	Молекулярная биотехнология микробиологических систем	Применение методов молекулярной биотехнологии в сельском хозяйстве	Фиксация азота растениями. Бактерии, стимулирующие рост растений.	2
6	Молекулярная биотехнология микробиологических систем	Применение методов молекулярной биотехнологии в сельском хозяйстве	Микробные инсектициды. Промышленный синтез белков.	2
7	Эукариотические системы	Генная инженерия растений.	Методология. Применение в пищевой промышленности и сельском хозяйстве.	2
8	Эукариотические системы	Генная инженерия растений.	Применение в пищевой промышленности и сельском хозяйстве.	2
9	Эукариотические системы	Генная инженерия животных.	Трансгенные животные: методология, применение.	2
10	Эукариотические системы	Генная инженерия животных.	Трансгенные животные: методология, применение.	2
11	Эукариотические системы	Молекулярная генетика человека	Построение генетических карт хромосом человека. Клонирование генов заболеваний человека.	2
12	Эукариотические системы	Молекулярная генетика человека	Клонирование генов заболеваний человека.	2
13	Эукариотические системы	Генная терапия.	Лекарственные препараты на основе олигонуклеотидов.	2

14	Эукариотические системы	Генная терапия.	Вирусные и невирусные системы доставки генов.	2
15	Контроль исследований в области молекулярной биотехнологии и патентование биотехнологических изобретений	Контроль исследований в области молекулярной биотехнологии и патентование биотехнологических изобретений.	Контроль применения биотехнологических методов.	2
16	Контроль исследований в области молекулярной биотехнологии и патентование биотехнологических изобретений	Контроль исследований в области молекулярной биотехнологии и патентование биотехнологических изобретений.	Патентование биотехнологических изобретений.	2
			Итого за семестр:	**32**
			Итого:	**48**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	**Вид самостоятельной работы**	**Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов**
5 семестр			

Теоретические основы молекулярной биотехнологии	Подготовка к лабораторным работам № 1-10.	Получение экстракта водорастворимых белков из животных тканей. Построение калибровочного графика для определения содержания белков по методу Лоури. Количественное определение белков по методу Лоури. Получение экстракта водорастворимых белков из растительных тканей. Количественное определение белков спектрофотометрическим методом. Получение гидролизата белков из клеток дрожжей. Построение калибровочного графика для определения содержания белков биуретовым методом. Определение содержания белков в гидролизате из клеток дрожжей биуретовым методом. Получение раствора ферментного прапарата. Определение суммарной активности протеаз. Выделение геномной ДНК из лука. Экстракция нуклеиновых кислот из биологического материала. Определения суммарного содержания нуклеиновых кислот. Экстракция РНК из биологического материала. Определение общего содержания РНК. Экстракция ДНК из животных тканей. Определение содержания ДНК. Экстракция ДНК из растительных тканей. Определение содержания ДНК. Экстракция РНК. Определение содержания РНК спектрофотометрическим методом. Экстракция ДНК. Определение содержания ДНК спектрофотометрическим методом. Экстракция белков. Построение калибровочного графика для определения содержания белков биуретовым методом. Определение содержания белков биуретовым методом. Определение биосинтетической функции ткани.	54
		Итого за семестр:	**54**
6 семестр			

Молекулярная биотехнология микробиологических систем	Подготовка к практическим занятиям	Методы иммунодиагностики. Моноклональные антитела. Молекулярная диагностика генетических заболеваний. Лекарственные препараты. Ферменты. Вакцины. Антибиотики. Биополимеры. Биодеградация ксенобиотиков. Утилизация крахмала и сахаров. Утилизация целлюлозы. Утилизация крахмала и сахаров. Утилизация целлюлозы. Фиксация азота растениями. Бактерии, стимулирующие рост растений. Микробные инсектициды. Промышленный синтез белков.	2
Эукариотические системы	Подготовка к практическим занятиям	Генная инженерия растений: методология. Генная инженерия растений: применение в пищевой промышленности и сельском хозяйстве. Трансгенные животные: методология, применение. Построение генетических карт хромосом человека. Клонирование генов заболеваний человека. Лекарственные препараты на основе олигонуклеотидов. Вирусные и невирусные системы доставки генов.	2
		Итого за семестр:	**4**
		Итого:	**58**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	**Библиографическое описание**	**Ресурс НТБ СамГТУ** (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения : учеб. / О. А. Неверова [и др.].- М., Инфра-М, 2014.- 317 с.	Электронный ресурс
2	Чхенкели, В.А. Биотехнология : учеб. пособие / В. А. Чхенкели.- СПб., Проспект Науки, 2014.- 335 с.	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
3	Введение в фармацевтическую микробиологию. : учеб. пособие / В. И. Кочеровец [и др.] ;Под ред.: В. А. Галынкина, В. И. Кочеровца.- СПб., Проспект Науки, 2014.- 238 с.	Электронный ресурс
4	Клунова, С.М. Биотехнология : учеб. / С. М. Клунова, Т. А. Егорова, Е. А. Живухина.- М., Академия, 2010.- 256 с.	Электронный ресурс
5	Льюин, Б. Гены : пер.9-го англ.изд. / Б. Льюин ;под ред. Д.В. Ребрикова.- М., БИНОМ.Лаб.знаний, 2012.- 896 с.	Электронный ресурс
6	Нанобиотехнологии : практикум / Под ред. А. Б. Рубина.- М., БИНОМ.Лаб.знаний, 2014.- 384 с.	Электронный ресурс

7	Рогожин, В.В. Биохимия животных : учеб. / В. В. Рогожин.- СПб., ГИОРД, 2009.- 552 с.	Электронный ресурс
8	Рогожин, В.В. Биохимия растений : учеб. / В. В. Рогожин.- СПб., ГИОРД, 2012.- 428 с.	Электронный ресурс
9	Сазыкин, Ю.О. Биотехнология : учеб. пособие / Ю. О. Сазыкин, С. Н. Орехов, И. И. Чакалева ; под ред. А. В. Катлинского .- 3-е изд.,стер..- М., Академия, 2008.- 254 с.	Электронный ресурс
10	Хелдт, Г.-В. Биохимия растений : пер.с англ. / Г. -В. Хелдт ; ред.: А. М. Носов, В. В. Чуб.- М., БИНОМ.Лаб.знаний, 2014.- 471 с.	Электронный ресурс
11	Шмид, Р Наглядная биотехнология и генетическая инженерия : пер.с нем. / Р Шмид.- М., БИНОМ.Лаб.знаний, 2014.- 324 с.	Электронный ресурс
Учебно-методическое обеспечение		
12	Гамаюрова, В.С. Ферменты : лаборатор.практикум:учеб.пособие / В. С. Гамаюрова, М. Е. Зиновьева.- СПб., Проспект Науки, 2011.- 255 с.	Электронный ресурс
13	Самостоятельная работа студентов : метод. пособие / Самар.гос.техн.ун-т, Технология пищевых производств и парфюмерно-косметических продуктов; сост.: Г. С. Муковнина, А. Ф. Шевченко, А. В. Зимичев.- Самара, 2011.- 47 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||1297	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Office 2007 Open License Academic	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
2	Microsoft Windows XP Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Консультант плюс	http://www.consultant.ru	Ресурсы открытого доступа
2	РОСПАТЕНТ	http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru	Ресурсы открытого доступа

3	ScienceDirect (Elsevier) - естественные науки, техника, медицина и общественные науки.	http://www.sciencedirect.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
4	Scopus - база данных рефератов и цитирования	http://www.scopus.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
5	eLIBRARY.ru	http://www.eLIBRARY.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

8.1 Лекционные занятия:

Аудитория оборудована учебной мебелью: столы и стулья для обучающихся; стол и стул для преподавателя; доска.

8.2 Практические занятия:

null

8.3 Лабораторные занятия:

Лаборатория кафедры ТПП и БТ, оснащенная вытяжными шкафами, лабораторными столами, аналитическим оборудованием (микроскопы БИОМЕД-1; весы электрические GAS MW-II 300BR до 0,3 кг; шкаф сушильный СЭШ-3М; pH-метр РН-14; стерилизатор паровой ВК-30; стерилизатор воздушный ГП-20-3; термостат электрический суховоздушный ТС-1/80 СПУ; термостат водяной TW-2; термостат электрический суховоздушный охлаждающий ТС-1/80 СПУ; прибор вакуумного фильтрования ПВФ-35.500.1; электрическая плитка; бактерицидная лампа), химической посудой, химическими реактивами.

Баня водяная лабораторная с электрической плиткой, вытяжка для химических работ, магнитная мешалка, плитка электрическая ЭВШ-1, весы электрические CAS MW-II 300T, фотометр КФК-3, pH-метр ph-420, центрифуга ОПН-3.01.

Практические занятия

null

Лабораторные занятия

Лаборатория кафедры ТПП и БТ, оснащенная вытяжными шкафами, лабораторными столами, аналитическим оборудованием (микроскопы БИОМЕД-1; весы электрические GAS MW-II 300BR до 0,3 кг; шкаф сушильный СЭШ-3М; pH-метр РН-14; стерилизатор паровой ВК-30; стерилизатор воздушный ГП-20-3; термостат электрический суховоздушный ТС-1/80 СПУ; термостат водяной TW-2; термостат электрический суховоздушный охлаждающий ТС-1/80 СПУ; прибор вакуумного фильтрования ПВФ-35.500.1; электрическая плитка; бактерицидная лампа), химической посудой, химическими реактивами.

Баня водяная лабораторная с электрической плиткой, вытяжка для химических работ, магнитная мешалка, плитка электрическая ЭВШ-1, весы электрические CAS MW-II 300T, фотометр КФК-3, pH-метр ph-420, центрифуга ОПН-3.01.

Самостоятельная работа

Кабинет курсового и дипломного проектирования, оборудованный учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска.

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При

индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.01.01 «Молекулярная биотехнология»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.01.01 «Молекулярная биотехнология»

Код и направление подготовки (специальность)	19.03.01 Биотехнология
Направленность (профиль)	Промышленная биотехнология
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2023
Институт / факультет	Высшая биотехнологическая школа
Выпускающая кафедра	Высшая биотехнологическая школа
Кафедра-разработчик	Высшая биотехнологическая школа
Объем дисциплины, ч. / з.е.	288 / 8
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет, Экзамен

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Проведение подготовительных работ для осуществления биотехнологического процесса производства биологических активных веществ и биотехнологической продукции для пищевой промышленности	ПК-1.1 Способен работать с культурами микроорганизмов	Уметь работать с культурами микроорганизмов
		ПК-1.2 Готовит и стерилизует питательные среды	Уметь готовить и стерилизовать питательные среды
		ПК-1.3 Знает требования производственной санитарии, асептики	Знать требования производственной санитарии и асептики, необходимые для осуществления биотехнологического производства
		ПК-1.4 Владеет навыками подготовки биотехнологической посуды и оборудования для проведения биотехнологического процесса	Владеть навыками подготовки биотехнологической посуды; навыками работы с оборудованием для проведения биотехнологического процесса
	ПК-2 Организация ведения технологического процесса в рамках принятой на предприятии технологии производства биологически активных веществ и биотехнологической продукции для пищевой промышленности с использованием культур микроорганизмов	ПК-2.1 Способен культивировать микроорганизмы-продуценты	Уметь осуществлять культивирование микроорганизмов-продуцентов, используемых в биотехнологии

		ПК-2.2 Эксплуатирует биотехнологическое оборудование	Уметь использовать биотехнологическое оборудование в рамках принятой на предприятии технологии производства биологически активных веществ и биотехнологической продукции для пищевой промышленности
		ПК-2.3 Выделяет продукт биосинтеза и проводит очистку и концентрирование биологически активного вещества	Владеть основными способами выделения продуктов биосинтеза
			Уметь проводить очистку и концентрирования биологически активных веществ

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Теоретические основы молекулярной биотехнологии				
ПК-1.1 Способен работать с культурами микроорганизмов	**Уметь** работать с культурами микроорганизмов	Выполнение лабораторных работ, защита лабораторных работ № 1-10	Да	Нет
ПК-1.2 Готовит и стерилизует питательные среды	**Уметь** готовить и стерилизовать питательные среды	Выполнение лабораторных работ, защита лабораторных работ № 1-10	Да	Нет
ПК-1.3 Знает требования производственной санитарии, асептики	**Знать** требования производственной санитарии и асептики, необходимые для осуществления биотехнологического производства	Выполнение лабораторных работ, защита лабораторных работ № 1-10	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-1.4 Владеет навыками подготовки биотехнологической посуды и оборудования для проведения биотехнологического процесса	**Владеть** навыками подготовки биотехнологической посуды; навыками работы с оборудованием для проведения биотехнологического процесса	Выполнение лабораторных работ, защита лабораторных работ № 1-10	Да	Нет
ПК-2.1 Способен культивировать микроорганизмы-продуценты	**Уметь** осуществлять культивирование микроорганизмов-продуцентов, используемых в биотехнологии	Выполнение лабораторных работ, защита лабораторных работ № 1-10	Да	Нет
ПК-2.2 Эксплуатирует биотехнологическое оборудование	**Уметь** использовать биотехнологическое оборудование в рамках принятой на предприятии технологии производства биологически активных веществ и биотехнологической продукции для пищевой промышленности	Выполнение лабораторных работ, защита лабораторных работ № 1-10	Да	Нет
ПК-2.3 Выделяет продукт биосинтеза и проводит очистку и концентрирование биологически активного вещества	**Уметь** проводить очистку и концентрирования биологически активных веществ	Выполнение лабораторных работ, защита лабораторных работ № 1-10	Да	Нет

	Владеть основными способами выделения продуктов биосинтеза	Выполнение лабораторных работ, защита лабораторных работ № 1-10	Да	Нет
Технология рекомбинантных ДНК				
ПК-1.1 Способен работать с культурами микроорганизмов	**Уметь** работать с культурами микроорганизмов	Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-1.2 Готовит и стерилизует питательные среды	**Уметь** готовить и стерилизовать питательные среды			
ПК-1.3 Знает требования производственной санитарии, асептики	**Знать** требования производственной санитарии и асептики, необходимые для осуществления биотехнологического производства			
ПК-1.4 Владеет навыками подготовки биотехнологической посуды и оборудования для проведения биотехнологического процесса	**Владеть** навыками подготовки биотехнологической посуды; навыками работы с оборудованием для проведения биотехнологического процесса			
ПК-2.1 Способен культивировать микроорганизмы-продуценты	**Уметь** осуществлять культивирование микроорганизмов-продуцентов, используемых в биотехнологии			
ПК-2.2 Эксплуатирует биотехнологическое оборудование	**Уметь** использовать биотехнологическое оборудование в рамках принятой на предприятии технологии производства биологически активных веществ и биотехнологической продукции для пищевой промышленности			
ПК-2.3 Выделяет продукт биосинтеза и проводит очистку и концентрирование биологически активного вещества	**Владеть** основными способами выделения продуктов биосинтеза			
	Уметь проводить очистку и концентрирования биологически активных веществ			
Химический синтез, определение нуклеотидной последовательности и амплификация ДНК				
ПК-1.1 Способен работать с культурами микроорганизмов	**Уметь** работать с культурами микроорганизмов	Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-1.2 Готовит и стерилизует питательные среды	**Уметь** готовить и стерилизовать питательные среды			
ПК-1.3 Знает требования производственной санитарии, асептики	**Знать** требования производственной санитарии и асептики, необходимые для осуществления биотехнологического производства			
ПК-1.4 Владеет навыками подготовки биотехнологической посуды и оборудования для проведения биотехнологического процесса	**Владеть** навыками подготовки биотехнологической посуды; навыками работы с оборудованием для проведения биотехнологического процесса			
ПК-2.1 Способен культивировать микроорганизмы-продуценты	**Уметь** осуществлять культивирование микроорганизмов-продуцентов, используемых в биотехнологии			

ПК-2.2 Эксплуатирует биотехнологическое оборудование	**Уметь** использовать биотехнологическое оборудование в рамках принятой на предприятии технологии производства биологически активных веществ и биотехнологической продукции для пищевой промышленности			
ПК-2.3 Выделяет продукт биосинтеза и проводит очистку и концентрирование биологически активного вещества	**Уметь** проводить очистку и концентрирования биологически активных веществ			
	Владеть основными способами выделения продуктов биосинтеза			
Экспрессия генов и получение рекомбинантных белков				
ПК-1.1 Способен работать с культурами микроорганизмов	**Уметь** работать с культурами микроорганизмов	Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-1.2 Готовит и стерилизует питательные среды	**Уметь** готовить и стерилизовать питательные среды			
ПК-1.3 Знает требования производственной санитарии, асептики	**Знать** требования производственной санитарии и асептики, необходимые для осуществления биотехнологического производства			
ПК-1.4 Владеет навыками подготовки биотехнологической посуды и оборудования для проведения биотехнологического процесса	**Владеть** навыками подготовки биотехнологической посуды; навыками работы с оборудованием для проведения биотехнологического процесса			
ПК-2.1 Способен культивировать микроорганизмы-продуценты	**Уметь** осуществлять культивирование микроорганизмов-продуцентов, используемых в биотехнологии			
ПК-2.2 Эксплуатирует биотехнологическое оборудование	**Уметь** использовать биотехнологическое оборудование в рамках принятой на предприятии технологии производства биологически активных веществ и биотехнологической продукции для пищевой промышленности			
ПК-2.3 Выделяет продукт биосинтеза и проводит очистку и концентрирование биологически активного вещества	**Уметь** проводить очистку и концентрирования биологически активных веществ			
	Владеть основными способами выделения продуктов биосинтеза			
Молекулярная биотехнология микробиологических систем				
ПК-1.1 Способен работать с культурами микроорганизмов	**Уметь** работать с культурами микроорганизмов			
ПК-1.2 Готовит и стерилизует питательные среды	**Уметь** готовить и стерилизовать питательные среды			
ПК-1.3 Знает требования производственной санитарии, асептики	**Знать** требования производственной санитарии и асептики, необходимые для осуществления биотехнологического производства			

ПК-1.4 Владеет навыками подготовки биотехнологической посуды и оборудования для проведения биотехнологического процесса	**Владеть** навыками подготовки биотехнологической посуды; навыками работы с оборудованием для проведения биотехнологического процесса			
ПК-2.1 Способен культивировать микроорганизмы-продуценты	**Уметь** осуществлять культивирование микроорганизмов-продуцентов, используемых в биотехнологии			
ПК-2.2 Эксплуатирует биотехнологическое оборудование	**Уметь** использовать биотехнологическое оборудование в рамках принятой на предприятии технологии производства биологически активных веществ и биотехнологической продукции для пищевой промышленности			
ПК-2.3 Выделяет продукт биосинтеза и проводит очистку и концентрирование биологически активного вещества	**Уметь** проводить очистку и концентрирования биологически активных веществ			
	Владеть основными способами выделения продуктов биосинтеза			
Эукариотические системы				
ПК-1.1 Способен работать с культурами микроорганизмов	**Уметь** работать с культурами микроорганизмов			
ПК-1.2 Готовит и стерилизует питательные среды	**Уметь** готовить и стерилизовать питательные среды			
ПК-1.3 Знает требования производственной санитарии, асептики	**Знать** требования производственной санитарии и асептики, необходимые для осуществления биотехнологического производства			
ПК-1.4 Владеет навыками подготовки биотехнологической посуды и оборудования для проведения биотехнологического процесса	**Владеть** навыками подготовки биотехнологической посуды; навыками работы с оборудованием для проведения биотехнологического процесса			
ПК-2.1 Способен культивировать микроорганизмы-продуценты	**Уметь** осуществлять культивирование микроорганизмов-продуцентов, используемых в биотехнологии			
ПК-2.2 Эксплуатирует биотехнологическое оборудование	**Уметь** использовать биотехнологическое оборудование в рамках принятой на предприятии технологии производства биологически активных веществ и биотехнологической продукции для пищевой промышленности			
ПК-2.3 Выделяет продукт биосинтеза и проводит очистку и концентрирование биологически активного вещества	**Уметь** проводить очистку и концентрирования биологически активных веществ			
	Владеть основными способами выделения продуктов биосинтеза			
Контроль исследований в области молекулярной биотехнологии и патентование биотехнологических изобретений				
ПК-1.1 Способен работать с культурами микроорганизмов	**Уметь** работать с культурами микроорганизмов			

ПК-1.2 Готовит и стерилизует питательные среды	**Уметь** готовить и стерилизовать питательные среды			
ПК-1.3 Знает требования производственной санитарии, асептики	**Знать** требования производственной санитарии и асептики, необходимые для осуществления биотехнологического производства			
ПК-1.4 Владеет навыками подготовки биотехнологической посуды и оборудования для проведения биотехнологического процесса	**Владеть** навыками подготовки биотехнологической посуды; навыками работы с оборудованием для проведения биотехнологического процесса			
ПК-2.1 Способен культивировать микроорганизмы-продуценты	**Уметь** осуществлять культивирование микроорганизмов-продуцентов, используемых в биотехнологии			
ПК-2.2 Эксплуатирует биотехнологическое оборудование	**Уметь** использовать биотехнологическое оборудование в рамках принятой на предприятии технологии производства биологически активных веществ и биотехнологической продукции для пищевой промышленности			
ПК-2.3 Выделяет продукт биосинтеза и проводит очистку и концентрирование биологически активного вещества	**Владеть** основными способами выделения продуктов биосинтеза			
	Уметь проводить очистку и концентрирования биологически активных веществ			

Примерный перечень вопросов к экзамену (семестр 5)

1. Биологические системы, используемые в молекулярной биотехнологии: *Echerichia coli, Saccharomyces cerevisiae*.
2. Биологические системы, используемые в молекулярной биотехнологии: культуры эукариотических клеток.
3. Строение и репликация ДНК.
4. Расшифровка генетической информации: РНК и белок, трансляция.
5. Расшифровка генетической информации: регуляция транскрипции у бактерий и эукариот.
6. Создание и скрининг библиотек: создание геномной библиотеки, скрининг с помощью гибридизации, по активности белка, иммунологический скрининг.
7. Векторы для клонирования крупных фрагментов ДНК: векторы на основе бактериофага λ, космиды, векторные системы для клонирования крупных фрагментов ДНК.
8. Генетическая трансформация прокариот: перенос ДНК в *E. coli*, электропорация, конъюгация.
9. Химический синтез ДНК: фосфорамитидный метод, применение синтезированных олигонуклеотидов, синтез генов.
10. Методы секвенирования ДНК: дидезоксинуклеотидный метод, секвенирование ДНК с помощью вектора на основе фага М13, праймер-опосредованная прогулка.
11. Полимеразная цепная реакция. Получение с помощью ПЦР кДНК, отвечающих концам молекул мРНК. Синтез генов с помощью ПЦР.
12. Экспрессия генов при участии сильных регулируемых промоторов: регулируемые промоторы, получение больших количеств белковых продуктов, крупномасштабные системы, использование для экспрессии различных микроорганизмов.
13. Химерные белки: расщепление химерных белков, применение химерных белков, включение белков в поверхностные структуры.
14. Однонаправленное тандемное расположение генов. Трансляционные экспрессирующие векторы. Стабилизация белков.
15. Рост в условиях недостатка кислорода: применение хозяйских штаммов с дефицитом протеиназ, бактериальный «гемоглобин».
16. Интеграция чужеродной ДНК в хромосому хозяина. Повышение эффективности секреции. Метаболическая перегрузка.
17. Системы экспрессии *Saccharomyces cerevisiae*: векторы для *S. cerevisiae*, прямая экспрессия в *S. cerevisiae*, секреция гетерологичных белков, синтезируемых *S. cerevisiae*.
18. Различные дрожжевые системы экспрессии: синтез поверхностного антигена вируса гепатита В, синтез бычьего лизоцима С2.
19. Системы экспрессии с использованием культур клеток насекомых: система экспрессирующих векторов на основе бакуловирусов, получение рекомбинантных бакуловирусов.
20. Создание челночного вектора на основе бакуловирусов для *Escherichia coli* и клеток насекомых: выделение рекомбинантного белка из клеток насекомых с помощью аффинного связывания.
21. Экспрессирующие векторы для работы с клетками млекопитающих: селективные маркерные гены, экспрессия двух клонированных генов в одной клетке млекопитающих.
22. Методика направленного мутагенеза: олигонуклеотид-направленный мутагенез с использованием ДНК фага М13, олигонуклеотид-направленный мутагенез с

использованием плазмидной ДНК, олигонуклеотид-направленный мутагенез с использованием ПЦР-амплификации.
23. Методика направленного мутагенеза: случайный мутагенез с использованием «вырожденных» олигонуклеотидных праймеров, случайный мутагенез с использованием аналогов нуклеотидов, образование дополнительных дисульфидных связей, замена аспарагина на другие аминокислоты. Уменьшение числа свободных сульфгидрильных групп.
24. Генная инженерия белков: повышение ферментативной активности, изменение потребности ферментов в металлических кофакторах, изменение специфичности фермента, повышение стабильности и специфичности фермента.

Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой (семестр 6)

1. Методы иммунодиагностики.
2. Системы ДНК-диагностики.
3. Молекулярная диагностика генетических заболеваний.
4. Лекарственные препараты, полученные методами генной инженерии.
5. Ферменты, полученные методами генной инженерии.
6. Моноклональные антитела как лекарственные средства.
7. Производство антител с помощью *E. coli*.
8. Лекарственные средства против ВИЧ.
9. Субъединичные вакцины.
10. Аттенуированные вакцины.
11. «Векторные» вакцины.
12. Эндонуклеазы рестрикций.
13. Малые биологические молекулы.
14. Антибиотики, полученные с помощью рекомбинантных микроорганизмов.
15. Микробиологический синтез животного биополимера с адгезивными свойствами, каучука, полигидроксиалканоатов.
16. Метаболические пути биодеградации ксенобиотиков, созданные методами генной инженерии.
17. Утилизация крахмала и сахаров.
18. Утилизация целлюлозы.
19. Белок одноклеточных организмов.
20. Фиксация азота. Нитрогеназа. Гидрогеназа.
21. Конкуренция среди организмов, образующих клубеньки. Манипуляция с генами образования клубеньков.
22. Биоконтроль патогенных микроорганизмов.
23. Стимуляция роста растений свободноживущими бактериями.
24. Токсин, синтезируемый *Bacillus thuringiensis*.
25. Бакуловирусы как инструмент биоконтроля.
26. Промышленный синтез белков при участии рекомбинантных микроорганизмов.
27. Трансформация растений Ti-плазмидой.
28. Векторные системы на основе Ti-плазмид.
29. Физические методы переноса генов в растительные клетки.
30. Применение репортерных генов при трансформации клеток растений.
31. Эксперименты по экспрессии чужеродных генов в растениях.
32. Получение трансгенных растений, не содержащих маркерных генов.
33. Выведение растений, устойчивых к насекомым-вредителям, вирусам и гербицидам.
34. Получение растений, противостоящих неблагоприятным воздействиям и старению.
35. Изменение окраски цветков.

36. Изменение пищевой ценности растений.
37. Изменение вкуса и внешнего вида плодов.
38. Растения как биореакторы.
39. Трансгенные мыши: методология.
40. Трансгенные мыши: применение.
41. Трансгенный крупный рогатый скот.
42. Трансгенные овцы, козы и свиньи.
43. Трансгенные птицы.
44. Трансгенные рыбы.
45. Обнаружение и оценка генетического сцепления у человека.
46. Построение генетических карт хромосом человека.
47. Построение мультилокусных хромосомных карт человека.
48. Клонирование генов заболеваний человека.
49. Программа «Геном человека».
50. Генная терапия ex vivo.
51. Генная терапия in vivo.
52. Вирусные системы доставки генов.
53. Невирусные системы доставки генов.
54. Активация предшественника лекарственного вещества («пролекарства»).
55. Лекарственные средства на основе олигонуклеотидов.
56. Коррекция генетических дефектов с помощью олигонуклеотидов.
57. Контроль применения биотехнологических методов.
58. Патентование биотехнологических изобретений.

Семестр 5

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций. Описание шкал оценивания

Учебная дисциплина формирует компетенции в соответствии с табл. 1, процедура оценивания представлена в табл. 2 и реализуется поэтапно:

1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП. Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения.

2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Таблица 1

Характеристика процедуры промежуточной аттестации по дисциплине №	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений обучающихся
1.	Выполнение лабораторных работ, защита лабораторных работ	Систематически на лабораторных занятиях / письменно и устно	экспертный	зачет/незачет	журнал учета успеваемости, рабочая книжка преподавателя
2.	Промежуточная аттестация – экзамен	На этапе промежуточной аттестации	экспертный	по пятибалльной шкале	зачетная ведомость, зачетные книжки и учебные карточки

Шкала и процедура оценивания сформированности компетенций

На этапе текущей аттестации по результатам тестирования и сдачи отчетов по лабораторным работам оценивается уровень достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП. При достижении уровня сформированности заявленных дескрипторов компетенций более 75% студент получает допуск к зачету с оценкой.

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися. Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) представлены в карте компетенции ОПОП.

Форма оценки знаний: для экзамена – оценка – 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно». Лабораторные работы оцениваются по системе «зачет/незачет».

Шкала оценивания:

«Зачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций более 75%, при этом обучающийся показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.
«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 86% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;
«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 69% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;
«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 51% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;
«Неудовлетворительно», «Незачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем 51% (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.
Соответствие критериев оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) системам оценок представлено в табл. 2
Таблица 2

Интегральная оценка Критерии	Традиционная оценка	Балльно-рейтинговая оценка
5	5	86 – 100
4	4	69-85
3	3	51-68
2 и 1	2, Незачет	0-50
5, 4, 3	Зачет	51-100

Семестр 6

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций. Описание шкал оценивания

Учебная дисциплина формирует компетенции в соответствии с табл. 1, процедура оценивания представлена в табл. 2 и реализуется поэтапно:

1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП. Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения.

2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Таблица 1

Характеристика процедуры промежуточной аттестации по дисциплине №	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений обучающихся
1.	Выполнение заданий на практических занятиях	Систематически на практических занятиях / письменно	экспертный	зачет/незачет	рабочая книжка преподавателя
2.	Промежуточная аттестация – зачет с оценкой	На этапе промежуточной аттестации	экспертный	по пятибалльной шкале	зачетная ведомость, зачетные книжки и учебные карточки

Шкала и процедура оценивания сформированности компетенций

На этапе текущей аттестации по результатам **выполнения заданий на практических занятиях** оценивается уровень достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП. При достижении уровня сформированности заявленных дескрипторов компетенций более 75% студент получает допуск к зачету с оценкой.

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися. Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) представлены в карте компетенции ОПОП.

Форма оценки знаний: для зачета с оценкой – оценка – 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно». Задания на практических занятиях оцениваются по системе «зачет/незачет».

Шкала оценивания:

«Зачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций более 75%, при этом обучающийся показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 86% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;
«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 69% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;
«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 51% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;
«Неудовлетворительно», «Незачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем 51% (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.
Соответствие критериев оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) системам оценок представлено в табл. 2
Таблица 2

Интегральная оценка Критерии	Традиционная оценка	Балльно-рейтинговая оценка
5	5	86 – 100
4	4	69-85
3	3	51-68
2 и 1	2, Незачет	0-50
5, 4, 3	Зачет	51-100