

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

« 05 » октября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Основы биотехнологии
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: _____ 324 (9)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 19.03.01 Биотехнология
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Биотехнология (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цели: приобретение целостного представления о современном состоянии научной и практической деятельности человека, в основе которой лежит использование биообъектов, для нужд народного хозяйства; развитие понимания закономерностей, протекающих на определенных стадиях биотехнологического процесса; приобретение знаний, необходимых для реализации биотехнологических процессов.

Задачи:

- изучение стадий биотехнологических процессов, приемов и методов, используемых при получении продуктов микробиологического синтеза;
- изучение особенностей и закономерностей реализации процессов биотехнологии;
- формирование умений выполнять технологические расчеты потребности сырья и материалов, выхода продукции биотехнологических производств; работы с нормативно-технической документацией на продукцию биотехнологии;
- формирование навыков определения качества продукции и контроля параметров биотехнологических процессов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- микроорганизмы и их ассоциации, клеточные культуры как специфический элемент биотехнологических производств;
- сырье, питательные среды и их подготовка для проведения микробиологического синтеза;
- процессы ферментации: основные параметры, применяемая аппаратура, массо- и теплообмен;
- процессы выделения, концентрирования, очистки и сушки продуктов микробиологического синтеза;
- типовые технологические схемы получения биомассы, первичных и вторичных метаболитов.

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
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-3	ИД-1опк-3	В результате освоения указанной компетенции студент знает: основные принципы организации и проектирования биотехнологического производства; принципы составления технологических схем биотехнологических производств; основные способы культивирования микроорганизмов и необходимое оборудование; особенности и методы выделения продуктов ферментации в биотехнологических производствах; методы оценки эффективности стадий биотехнологических процессов с применением технических и технологических приемов; технологии важнейших продуктов промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии.	Знает отдельные элементы проектирования технических и технологических систем, составления технологических схем биотехнологического производства.	Дифференцированный зачет
ОПК-3	ИД-2опк-3	В результате освоения указанной части компетенции студент умеет: составлять функциональные и технологические схемы биотехнологических производств; проектировать отдельные элементы технических и технологических систем в области биотехнологии; оценивать целесообразность,	Умеет составлять принципиальные технологические схемы процессов биотехнологии; проектировать отдельные элементы технических и технологических систем; использовать базовые инженерные и технологические знания.	Курсовая работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		эффективность и производительность биотехнологических процессов; применять полученные базовые инженерные знания, умения и навыки для реализации и управления биотехнологическими процессами.		
ОПК-3	ИД-3опк-3	Владеет: приемами расчета потребности сырья и материалов для биотехнологического производства; методами расчета основных параметров биотехнологических процессов; методами составления технологических схем биотехнологических производств; способностью проектировать отдельные элементы технических и технологических объектов на основе использования базовых инженерных и технологических знаний; основами составления материального баланса производства и технологических стадий.	Владеет методами составления технологических схем биотехнологического производства; способностью проектировать отдельные элементы технических и технологических объектов на основе использования базовых инженерных и технологических знаний.	Экзамен
ОПК-4	ИД-1опк-4	В результате освоения компетенции студент знает: основы биотехнологических процессов, основные биообъекты и методы работы с ними; важнейшие производства и технологическое оборудование биотехнологического профиля; основные технологические	Знает технологическое оборудование и технологические операции биотехнологических производств; качественные и количественные показатели получаемой продукции.	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		операции, составляющие основу биотехнологического производства; основные качественные и количественные показатели получаемой продукции.		
ОПК-4	ИД-2опк-4	В результате освоения указанной части компетенции студент умеет: работать с лабораторным оборудованием, выполнять технологические операции и контролировать основные параметры биотехнологических процессов; оценивать эффективность стадий при управлении биотехнологическими процессами; использовать теоретические знания для решения практических задач в области биотехнологии.	Умеет выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами; работать с лабораторным оборудованием и контролировать ход биотехнологического процесса	Защита лабораторной работы
ОПК-4	ИД-3опк-4	В результате освоения указанной части компетенции студент владеет: приемами выполнения химических и микробиологических анализов на лабораторном оборудовании; методами определения и контроля количественных и качественных показателей физико-химических свойств сырья и продукции в области биотехнологии; способностью выполнять биотехнологические операции на разных этапах производства и управлять	Владеет способностью работать с лабораторным оборудованием, выполнять технологические операции и управлять биотехнологическими процессами; способен контролировать количественные и качественные показатели отдельных продуктов биотехнологии.	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		биотехнологическими процессами; навыками подготовки и получения посевной культуры; методами культивирования микроорганизмов.		

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	7
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	144	52	92
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	50	32	18
- лабораторные работы (ЛР)	34		34
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	54	18	36
- контроль самостоятельной работы (КСР)	6	2	4
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	144	56	88
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36		36
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18		18
Общая трудоемкость дисциплины	324	108	216

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
6-й семестр				
Введение	2	0	0	0
Предмет и задачи дисциплины. Основные понятия, термины и определения. Связь биотехнологии с другими науками. Элементы, слагающие биотехнологию. Отличия и преимущества биотехнологических процессов от химических.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Предферментационные процессы в биотехнологии	12	0	8	16
<p>Тема 1. Подготовка посевного материала, питательных сред и создание асептических условий. Основные объекты биотехнологии. Производственные культуры микроорганизмов и примеры продуцентов. Методы хранения и селекции микроорганизмов. Стадии получения посевного материала.</p> <p>Тема 2. Основные стадии и процессы биохимических производств. Общие вопросы питания микроорганизмов. Виды питательных сред. Источники углерода, азота, фосфора, серы, микроэлементов, факторов роста, предшественников. Основные виды сырья, используемого в биотехнологии, и подготовка его к биохимической переработке. Стехиометрия биохимических процессов.</p> <p>Тема 3. Создание асептических условий. Требования асептики производства. Герметизация и стерилизация оборудования. Методы стерилизации питательных сред. Кинетика гибели микроорганизмов. Схема тепловой стерилизации питательных сред, основное оборудование. Методы очистки и стерилизации воздуха. Схема и аппаратура для стерилизации воздуха.</p>				
Процессы ферментации	18	0	10	40
<p>Тема 4. Аэрация в процессах биосинтеза. Потребность микроорганизмов в кислороде. Биотехнологические процессы в связи с массообменом. Основное уравнение массопередачи по кислороду, объемный коэффициент массопередачи. Методы определения объемного коэффициента массопередачи по кислороду. Методы определения растворенного кислорода. Роль диоксида углерода и определение его содержания.</p> <p>Тема 5. Тепловой баланс культивирования. Методы определения теплового эффекта микробиологического синтеза. Теплообменные устройства ферментеров.</p> <p>Тема 6. Характеристика пенных систем при культивировании. Методы определения пенообразующей способности сред. Технологическое значение пены. Химические, механические, физические методы пеногашения.</p> <p>Тема 7. Методы микробиологической трансформации органических соединений в периодических и непрерывных условиях культивирования микроорганизмов. Примеры получения органических веществ методами</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
биотрансформации клетками микроорганизмов.				
ИТОГО по 6-му семестру	32	0	18	56
7-й семестр				
Отделение и дезинтеграция биомассы микроорганизмов после ферментации	4	8	8	14
Тема 8. Отделение биомассы методом осаждения, формула Стокса. Флотация микроорганизмов: принцип, устройство флотаторов, напорная флотация, электрофлотация, условия применения. Центрифугирование и сепарация: скорость осаждения частиц в центробежном поле, критерий Фруда, принципиальное устройство и принцип работы сепараторов, преимущества и недостатки метода. Фильтрование: уравнение Пуазейля, ситовая фильтрация, фильтрация через слой осадка и намывной слой, преимущества и недостатки методов; способы интенсификации процессов; аппаратное оформление процессов. Особенности микрофильтрации. Тема 9. Дезинтеграция клеток микроорганизмов. Механические методы дезинтеграции, чувствительность клеток к механическому разрушению. Физические, химические, биологические методы дезинтеграции.				
Методы выделения, очистки и концентрирования продуктов биосинтеза	6	8	12	30
Тема 10. Экстракционные методы выделения продуктов метаболизма: экстрагирование с перемешиванием, противоточное экстрагирование, экстрагирование в неподвижном слое. Жидкофазная центробежная экстракция. Равновесные концентрации. Степень извлечения продукта. Экстрагирование «суперкритическими» жидкостями. Тема 11. Сорбционные методы выделения продуктов биосинтеза. Ионный обмен: характеристика ионообменных смол, изотерма Ленгмюра, движущая сила процесса. Адсорбция микропористыми носителями. Хроматография. Биосорбция. Преимущества и недостатки сорбционных методов. Тема 12. Мембранные методы выделения, очистки и концентрирования продуктов биосинтеза. Диализ и электродиализ: осуществление, преимущества и недостатки. Ультрафильтрация: используемые мембраны, конструктивное оформление, коэффициент удержания, концентрационная поляризация, преимущества и недостатки. Особенности и применение обратного осмоса.				
Методы высушивания продуктов	4	8	8	20

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
микробиологического синтеза Тема 13. Продукты микробиологического синтеза как объекты сушки. Формы связи воды в биологических системах. Контактная сушка, примеры реализации. Конвективная сушка. Высушивание продуктов в распылительных сушилках: кинетика сушки, материальный баланс сушки. Аэрофонтанная сушка. Сушка токами высокой частоты. Радиационное высушивание. Тема 14. Лиофильная сушка. Характерные особенности метода. Физические явления, происходящие в клетке при замораживании. Стадии процесса и принципиальная схема установки.				
Нормативные документы на биотехнологическом предприятии	4	10	8	24
Тема 15. Нормативно-техническая документация на биотехнологических предприятиях и на выпускаемую продукцию. Охрана труда, техника безопасности и санитарный контроль биотехнологических производств.				
ИТОГО по 7-му семестру	18	34	36	88
ИТОГО по дисциплине	50	34	54	144

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Основные стадии биотехнологических процессов. Составление и рассмотрение блок-схем биотехнологических процессов
2	Общие понятия о стехиометрии. Вывод «формулы» биомассы микроорганизмов. Расчет выхода биомассы от углеродного субстрата
3	Расчет стехиометрических коэффициентов стехиометрических уравнений
4	Решение задач по нахождению параметров стерилизации питательных сред
5	Методы определения объемного коэффициента массопередачи по кислороду
6	Методы определения теплового эффекта микробиологического синтеза. Расчет тепла, выделяющегося в биохимических процессах.
7	Основы составления материального баланса биотехнологического процесса.
8	Методы определения пенообразующей способности сред и эффективности пеногашения.
9	Отделение биомассы методами отстаивания, центрифугирования, сепарирования.
10	Методы и оборудование для отделения биомассы от жидкости фильтрованием.
11	Классификация и особенности методов дезинтеграции клеток микроорганизмов.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
12	Экстракционные методы выделения продуктов биосинтеза, сравнение и расчеты их эффективности.
13	Виды и принципы сорбционных методов выделения продуктов биосинтеза.
14	Мембранные методы выделения, очистки и концентрирования продуктов биосинтеза.
15	Методы высушивания продуктов микробиологического синтеза. Принципы и оборудование.
16	Контактная и конвективная сушка. Распылительные и аэрофонтанные сушилки. Расчеты по кинетике и составление материального баланса сушки.
17	Особенности, схема и стадии лиофильной сушки.
18	Нормативно-техническая документация на биотехнологическую продукцию.
19	Охрана труда, техника безопасности и санитарный контроль биотехнологических производств.
20	Защита курсовых работ

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Определение интенсивности аэрации сульфитным методом
2	Оценка интенсивности и эффективности спиртового брожения
3	Определение концентрации спирта в водных растворах
4	Определение общего азота в кормовых дрожжах методом Кьельдаля
5	Определение белка по Барнштейну в биомассе микроорганизмов.
6	Определение содержания липидов в кормовых дрожжах
7	Определение общей бактериальной обсемененности продукции биотехнологического производства
8	Получение йогурта

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Производство пива
2	Получение уксуса
3	Технология производства интерферона
4	Биотехнология получения кормового белка
5	Получение биоэтанола
6	Получение биогаза методом метанового брожения отходов производства

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
7	Биотехнология получения лизина
8	Производство сыра
9	Биотехнология получения кваса
10	Спиртовое брожение и производство этилового спирта
11	Производство препаратов, нормализующих микрофлору человека
12	Получение витамина В12
13	Производство молочной кислоты
14	Биотехнология ацетоно-бутилового производства
15	Биотехнология получения азотфиксирующих бактериальных препаратов
16	Производство лимонной кислоты
17	Получение инсулина
18	Производство вина
19	Получение антибиотиков
20	Производство противовирусных вакцин

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.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, тренинги, анализ и разбор типовых ситуаций.

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, лабораторным работам 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
1. Основная литература		
1	Биотехнология: теория и практика : учебник для вузов / Загоскина Н. В., Назаренко Л. В., Калашникова Е. А., Живухина Е. А. Москва : Оникс, 2009. 493 с., 4 л. цв. ил.	33
2	Бирюков В. В. Основы промышленной биотехнологии : учебное пособие для вузов. М. : КолосС : Химия, 2004. 295 с.	86
3	Загребельный С.Н. Биотехнология : учебное пособие. Новосибирск : Изд-во НГУ, 2005. 299 с.	65
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Биотехнология : учебник для вузов / Тихонов И.В., Рубан Е.А., Грязнева Т.Н., Самуйленко А.Я. Санкт-Петербург : ГИОРД, 2005. 703 с., 43 л. ст. и реклама	5
2	Елинов Н. П. Основы биотехнологии. Санкт-Петербург : Наука, 1995. 600 с.	19
3	Клунова С. М., Егорова Т. А., Живухина Е.А. Биотехнология : учебник для вузов. Москва : Академия, 2010. 256 с. 16,0 усл. печ. л.	4
4	Нетрусов А. И. Введение в биотехнологию : учебник для вузов. 2-е изд., стер. Москва : Академия, 2015. 281 с. 18,0 усл. печ. л.	5
5	Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия : пер. с нем. Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2014. 325 с. 26,65 усл. печ. л.	19
2.2. Периодические издания		
1	Биотехнология : теоретический и научно-практический журнал. Москва : Академия биотехнологии, 1985 - .	
2	Биотехнология. 2012. № 5 : теоретический и научно-практический журнал. Москва : Академия биотехнологии, 2012.	1
3	Биотехнология. 2019. т. 35. № 3 : теоретический и научно-практический журнал. Москва : Академия биотехнологии, 2019.	1

4	Вестник ПГТУ. Химическая технология и биотехнология : журнал. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2007-2011.	
5	Реферативный журнал. 04Р1. Биотехнология. Бионанотехнологии. Бионаноматериалы : электронный ресурс. Москва : ВИНТИ, 2008 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Проектирование чистых помещений : пер. с англ. 2-е изд. М. : Клинрум, 2004. 343 с.	2
2	Федоренко Б. Н. Промышленная биоинженерия. Инженерное сопровождение биотехнологических производств : учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург : Профессия, 2017. 516 с. 42 усл. печ. л.	10
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Биотехнология лекарственных препаратов и GMP : методические указания к выполнению практических заданий. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2019. 47 с. 3,0 усл. печ. л.	8
2	Нанобиотехнологии : практикум / Абатурова А. М., Багров Д. В., Байжуманов А. А., Бонарцев А. П. Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2012. 384 с., 8 вкл. л. 24,0 усл. печ. л.	4
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Виноградова А. В., Козлова Г. А. Культивирование микроорганизмов : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2013. 96 с. 6,25 усл. печ. л.	40
2	Виноградова А. В., Козлова Г. А., Аникина Л. В. Биотехнология топлива : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008. 211 с.	48
3	Липунов И. Н., Первова И. Г., Никифоров А. Ф. Основы микробиологии и биотехнологии : учебное пособие для вузов. Екатеринбург : Изд-во УГЛТУ, 2008. 230 с. 13,48 усл. печ. л.	15
4	Сазыкин Ю.О., Орехов С.Н., Чакалева И.И. Биотехнология : учебное пособие для вузов. М. : Академия, 2006. 254 с.	10

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Системы организации, контроля и управления биотехнологическими процессами и производством Нормирование биотехнологических производств... электронная книга Саратов : Саратовский? ГАУ, 2019 Авторы: Фауст Е. А., Никифоров А. К., Комиссаров А. В., Абрамова Е.	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-137493	сеть Интернет; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Методические указания по выполнению курсовой работы студентами направления подготовки "Биотехнология"... [электронный ресурс] Орел : ОрелГАУ, 2013 Авторы: Павловская Н. Е., Гагарина И. Н., Горькова И. В., Гаврилова А. Ю.	https://elib.pstu.ru/Record/lan71214	сеть Интернет; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Санитария и гигиена на предприятиях биотехнологической отрасли [электронный ресурс] учебное пособие для студентов вузов Авторы: Голубцова Ю. В., Кригер О. В. Кемерово : КемГУ, 2016	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-103932	сеть Интернет; авторизованный 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.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
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"	https://www.elsevier.com/
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Springer Nature e-books	http://link.springer.com/ http://jwww.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	Компьютер	2
Курсовая работа	Ноутбук	1
Лабораторная работа	Автоклав ВК-75	1
Лабораторная работа	Бактерицидный бокс	2
Лабораторная работа	Баня водяная EL-20	1
Лабораторная работа	Весы аналитические ВЛР-200	2
Лабораторная работа	Весы лабораторные ВЛТЭ	1
Лабораторная работа	Весы электронные SCL-300	2
Лабораторная работа	Дистиллятор ДЭ-10	1
Лабораторная работа	Дозатор механический (микропипетка)	4
Лабораторная работа	Инкубатор ES-20	1
Лабораторная работа	Иономер лабораторный И-160	2
Лабораторная работа	Качалка термостатируемая КТ-103	4
Лабораторная работа	Колбонагреватель	2
Лабораторная работа	Магнитная мешалка ММ-5	3
Лабораторная работа	Микроскоп МС -50	1
Лабораторная работа	Обратный холодильник (установка для перегонки)	2
Лабораторная работа	Печь муфельная ЭКПС-10	1
Лабораторная работа	Печь нагревательная (СВЧ) LG	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Плитка электрическая	3
Лабораторная работа	Прибор вакуумного фильтрования	1
Лабораторная работа	Термостат ТВ-80-1	2
Лабораторная работа	УФ-лампа (облучатель)	2
Лабораторная работа	Фотоэлектрокалориметр КФК -3	2
Лабораторная работа	Холодильник «Stinol»	2
Лабораторная работа	Центрифуга ОПН-8	2
Лабораторная работа	Шкаф вытяжной	3
Лабораторная работа	Шкаф сухожаровой ШС-80-01 СПУ	1
Лабораторная работа	Шкаф сушильный ШС-80	1
Лекция	Аудитория, оборудованная мультимедийной аппаратурой	1
Практическое занятие	Аудитория, оборудованная мультимедийной аппаратурой	1

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
«**Основы биотехнологии**»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 19.03.01. Биотехнология

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Биотехнология

Квалификация выпускника: «Бакалавр»

Выпускающая кафедра: Химии и биотехнологии

Форма обучения: Очная

Курс: 3 - 4 **Семестр:** 6, 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 9 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 324 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачёт: 6 семестр
Экзамен: 7 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «**Основы 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 (6 и 7-го семестра учебного плана). В дисциплине предусмотрены аудиторские лекционные, практические, лабораторные 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, усвоенных 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	КР	СР	Зачет	Экзамен
Усвоенные знания							
3.1 Знать основные принципы организации и проектирования биотехнологического производства; принципы составления технологических схем биотехнологических производств; основные способы культивирования микроорганизмов и необходимое оборудование; особенности и методы выделения продуктов ферментации в биотехнологических производствах; методы оценки эффективности стадий биотехнологических процессов с применением технических и технологических приемов; технологии важнейших продуктов промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии.		ТО 1		КР3			ТВ1

3.2 Знать основы биотехнологических процессов, основные биообъекты и методы работы с ними; важнейшие производства и технологическое оборудование биотехнологического профиля; основные технологические операции, составляющие основу биотехнологического производства; основные качественные и количественные показатели получаемой продукции.		ТО 2		КР 1			ТВ2
Освоенные умения							
У.1 Уметь составлять функциональные и технологические схемы биотехнологических производств; проектировать отдельные элементы технических и технологических систем в области биотехнологии; оценивать целесообразность, эффективность и производительность биотехнологических процессов; применять полученные базовые инженерные знания, умения и навыки для реализации и управления биотехнологическими процессами.	С 1			КР 4	ИЗ		КЗ
У.2 Уметь работать с лабораторным оборудованием, выполнять технологические операции и контролировать основные параметры биотехнологических процессов; оценивать эффективность стадий при управлении биотехнологическими процессами; использовать теоретические знания для решения практических задач в области биотехнологии.			ЛР 5, 6, 7, 8				
Приобретенные владения							
В.1 Владеть навыками расчета потребности сырья и материалов для биотехнологического производства; методами расчета основных параметров биотехнологических процессов; методами составления технологических схем биотехнологических производств; способностью проектировать отдельные элементы технических и технологических объектов на основе использования базовых инженерных и технологических знаний; основами составления материального баланса производства и технологических стадий.	С 2			КР2	Курсо- вая работа		КЗ
В.2 Владеть приемами выполнения химических и микробиологических анализов на лабораторном оборудовании; методами определения и контроля количественных и качественных показателей физико-химических свойств сырья и продукции в области биотехнологии; способностью выполнять биотехнологические операции на разных этапах производства и управлять биотехнологическими процессами; навыками подготовки и получения посевной культуры; методами культивирования микроорганизмов.			ЛР 1, 2, 3, 4				

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ИЗ – индивидуальное задание; ОЛР – отчет по лабораторной работе; КР – контрольная работа; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; СР – самостоятельная работа, КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета в 6 семестре и экзамена в 7 семестре, проводимые с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

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 (теоретический опрос и собеседование) и контроль посещаемости лекционных занятий.

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

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь», «владеть» заданных компетенций путем контрольных работ, индивидуальных заданий, защиты отчетов по лабораторным работам, курсовой работы.

- 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 усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме контрольных работ, выполнения индивидуального задания и курсовой работы, защиты отчетов по лабораторным работам.

2.2.1. Рубежная контрольная работа

Контрольные работы предусмотрены по блокам тем при изучении дисциплины. В 6 семестре предусмотрены две контрольные работы: после

изучения тем 1 – 3 (КР 1), после изучения тем 4 – 7 (КР 2); в 7 семестре предусмотрено две контрольных работы: после изучения тем 8 – 10 (КР 3), после изучения тем 11 – 14 (КР 4).

Типовые задания контрольной работы № 1

1. Сырье, используемое в биотехнологии. Критерии при выборе сырья.
2. Требования, предъявляемые к производственным культурам микроорганизмов. Приемы и методы их хранения.
3. Кинетика гибели микроорганизмов. Требования асептики производства. Герметизация и стерилизация оборудования.

Типовые задания контрольной работы № 2

1. Тепловой баланс культивирования. Методы определения теплового эффекта биосинтеза.
2. Потребность микроорганизмов в кислороде. Биотехнологические процессы в связи с массообменом.
3. Характеристика пенных систем. Пенообразование и пеногашение. Химические, механические, физические методы пеногашения.

Типовые задания контрольной работы № 3

1. Отделение биомассы микроорганизмов методами фильтрования. Уравнение Пуазейля.
2. Экстракционные методы выделения продуктов метаболизма. Степень извлечения продукта.
3. Методы дезинтеграции клеток и их особенности.

Типовые задания контрольной работы № 4

1. Перечислите технологические особенности конструкции (принцип работы), преимущества и недостатки центробежных экстракторов.
2. Достоинства и недостатки хроматографии как метода выделения продуктов микробиологического синтеза.
3. Опишите динамический способ осуществления процесса ионного обмена в «закрытом фильтре», приведите схему. Достоинства и недостатки такой конструкции.

Каждое задание контрольной работы оценивается в баллах от 1 до 5. Шкала перевода баллов контрольной работы в оценки приведены в таблице 2.2.1.

Таблица 2.2.1. Шкала и критерии оценки результатов контрольной работы

Процент набранных баллов	Оценка	Уровень освоения
90% и выше	5	Максимальный уровень
От 70% включительно до 90%	4	Средний уровень
От 50% включительно до 70%	3	Минимальный уровень
Ниже 50%	2	Минимальный уровень не достигнут

Результаты контрольных работ по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации: в 6 семестре результаты КР 1 учитываются как компонент "знания", результаты КР 2 учитываются как компонент "владения";

в 7 семестре результаты КР 3 учитываются как компонент "знания", результаты КР 4 учитываются как компонент "умения".

2.2.2. Выполнение индивидуального задания.

Рубежный контроль для комплексного оценивания приобретенных знаний и умений в 7 семестре осуществляется в виде защиты индивидуального задания в форме реферата. В ходе самостоятельной работы каждый студент выполняет индивидуальное комплексное задание в форме реферата по определенному виду технологического оборудования. Защита рефератов проходит в форме доклада с презентацией. Оценка по 4-х балльной шкале включается в итоговый оценочный лист по дисциплине для оценивания уровня освоения умения в 7 семестре.

Шкала оценивания результатов защиты индивидуального задания приведена в таблице 2.2.2.

Таблица 2.2.2. Шкала оценивания результатов защиты реферата

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания
5	Максимальный уровень	Представлены все разделы, требуемые в реферате, приведены примеры типового оборудования, описаны принципы действия, дана классификация и сферы применения, реферат защищен в срок, отсутствуют ошибки или неточности представляемого материала.
4	Средний уровень	Представлены все разделы, требуемые в реферате, описаны принципы действия, дана классификация и сферы применения, приведены примеры типового оборудования, реферат защищен в срок, допущены небольшие ошибки или неточности представляемого материала.

3	Минимальный уровень	Представлены только основные разделы, требуемые в реферате, приведены примеры типового оборудования, реферат защищен в срок или с небольшим опозданием, присутствуют ошибки или неточности представляемого материала.
2	Минимальный уровень не достигнут	Не выполнены условия, предусмотренные минимальным уровнем.

Примерные темы индивидуальных заданий

1) Аппаратурное оформление процессов отстаивания и осаждения в области биотехнологии.

2) Оборудование для процессов центрифугирования в биотехнологии: обычные центрифуги, суперцентрифуги, ультрацентрифуги.

3) Виды и конструкции сепараторов для биотехнологии: схемы, фото, особенности и применение.

4) Аппаратурное оформление и примеры применения в биотехнологии различных видов фильтрования: ситовая фильтрация, фильтрация через слой осадка, фильтрация через намывной слой порошка.

5) Конструкция, примеры и применение в биотехнологии осветляющих фильтров, нутч-фильтров, фильтр-прессов, барабанных вакуум-фильтров.

6) Аппаратурное оформление и примеры применения процессов флотации в биотехнологии: барботажная (пневматическая), напорная флотация, электрофлотация.

7) Оборудование для физико-механических методов дезинтеграции клеток микроорганизмов: твердофазных (размол и экструзия) и жидкофазных (перемешивание, декомпрессия, ультразвук); с применением сушки.

8) Оборудование и условия применения немеханических методов дезинтеграции (лизиса) клеток микроорганизмов: физических, химических и ферментативных.

9) Оборудование для процессов экстрагирования с перемешиванием, для противоточного экстрагирования, для экстрагирования в неподвижном слое (конструкции, фото, преимущества и недостатки, примеры применения в биотехнологии).

10) Оборудование для жидкофазной центробежной экстракции (конструкции, фото, преимущества и недостатки, примеры применения в биотехнологии).

11) Аппаратурное оформление сорбционных методов выделения продуктов биосинтеза: ионный обмен, адсорбция микропористыми носителями, биосорбция. Преимущества и недостатки методов.

12) Оборудование для хроматографических методов выделения продуктов биосинтеза, области применения.

13) Аппаратурное оформление процессов микрофльтрации и ультрафльтрации: используемые мембраны, конструкции, преимущества и недостатки, применение методов в области биотехнологии.

14) Оборудование для процессов диализа и электродиализа. Преимущества и недостатки. Особенности и применение в биотехнологии.

15) Примеры аппаратурного оформления процессов обратного осмоса. Преимущества и недостатки. Особенности и применение в биотехнологии.

2.2.3. Защита отчетов по лабораторным работам

Всего запланировано 8 лабораторных работ в 7 семестре. Темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3. Шкала и критерии оценки защиты лабораторной работы

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
5	Максимальный уровень	Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в исследуемой тематике, выполнил необходимые расчеты и сформулировал выводы по работе. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.
4	Средний уровень	Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к лабораторной работе не полностью соответствует требованиям.
3	Минимальный уровень	Студент правильно выполнил часть заданий лабораторной работы. Студент не может полностью объяснить полученные результаты. Качество оформления отчета к лабораторной работе не полностью соответствует требованиям.
2	Минимальный уровень не достигнут	Студент не выполнил все задания лабораторной работы и не может объяснить полученные результаты. Качество оформления отчета к лабораторной работе не соответствует требованиям.

Результаты защиты лабораторных работ по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации. Усредненная оценка за защиту лабораторных работ включается в итоговый оценочный лист по дисциплине для оценивания уровня освоения владений при проведении промежуточной аттестации в 7 семестре.

2.2.2. Выполнение курсовой работы.

Рубежный контроль для комплексного оценивания приобретенных знаний, умений и владений в 7 семестре осуществляется в виде выполнения и защиты курсовой работы по индивидуально выбранной тематике. Защита курсовых работ проходит в форме доклада с презентацией. Оценка по 4-х бальной шкале включается в итоговый оценочный лист по дисциплине для оценивания уровня освоения владения в 7 семестре.

Шкала оценивания результатов защиты индивидуального задания приведена в таблице 2.2.2.

Таблица 2.2.2. Шкала оценивания результатов защиты реферата

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания
5	Максимальный уровень	Представлены все разделы, требуемые в реферате, приведены примеры типового оборудования, описаны принципы действия, дана классификация и сферы применения, реферат защищен в срок, отсутствуют ошибки или неточности представляемого материала.
4	Средний уровень	Представлены все разделы, требуемые в реферате, описаны принципы действия, дана классификация и сферы применения, приведены примеры типового оборудования, реферат защищен в срок, допущены небольшие ошибки или неточности представляемого материала.
3	Минимальный уровень	Представлены только основные разделы, требуемые в реферате, приведены примеры типового оборудования, реферат защищен в срок или с небольшим опозданием, присутствуют ошибки или неточности представляемого материала.
2	Минимальный уровень не достигнут	Не выполнены условия, предусмотренные минимальным уровнем.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача индивидуального задания, отчетов по лабораторным работам, защита курсовой работы и сдача контрольных работ. В 6 семестре процедура аттестации проводится в форме зачета, в 7 семестре в форме экзамена.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации в форме зачета в 6 семестре.

Промежуточная аттестация в 6 семестре проводится в форме зачета без дополнительного аттестационного испытания с учетом текущего и рубежного контроля.

2.4.2. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций в 6 семестре

При оценке уровня сформированности компетенций 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 текущего и 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 за освоение знаний вносится в оценочный лист как интегральный результат текущего контроля (ТО) в семестре и средней оценки за контрольную работу № 1. *Оценка освоения умений* вносится в оценочный лист как итог оценивания по 4-балльной шкале результатов выполнения индивидуального задания. *Оценка освоения владений* вносится в оценочный лист как итог оценивания контрольной работы № 2. По трем оценкам, внесенным в оценочный лист, вычисляется среднеарифметическое значение по 4-балльной шкале, и после округления определяется отметка о зачете.

Оценочный лист по дисциплине «Основы биотехнологии» в 6 семестре

№ п/п	Фамилия И.О.	Оценка				Зачет по дисциплине
		Знания (ТО + КР 1)	Умения (ИЗ)	Владения (КР 2)	Среднее арифметическое	

В случае среднеарифметической отметки 3,7 или выше ставится зачет по дисциплине, в случае отметки ниже 3,7 ставится незачет по дисциплине.

2.4.3. Процедура промежуточной аттестации в 7 семестре в форме экзамена

Оценивание на экзамене проводится по 4-балльной шкале в форме интегральной оценки с учётом результатов рубежного контроля и ответа на вопросы экзаменационного билета ТВ 1 и ТВ 2.

Теоретические вопросы, выносимые на экзамен:

1. Отделение биомассы от культуральной жидкости методом осаждения, формула Стокса.
2. Флотация микроорганизмов: принцип, устройство флотаторов, напорная флотация, электрофлотация, условия применения.
3. Центрифугирование и сепарация: скорость осаждения частиц в центробежном поле, критерий Фруда.

4. Принцип работы сепараторов, пример сепарирующего устройства, преимущества и недостатки метода.
5. Фильтрация: уравнение Пуазейля, ситовая фильтрация, фильтрация через слой осадка и намывной слой, преимущества и недостатки методов.
6. Способы интенсификации процессов фильтрации, аппаратное оформление процессов фильтрации, барабанные вакуум-фильтры.
7. Особенности, принцип и применение микрофильтрации (осветляющие фильтры).
8. Механические методы дезинтеграции клеточной биомассы, чувствительность клеток к механическому разрушению.
9. Физические, химические, биологические методы дезинтеграции биомассы.
10. Экстрагирование продуктов биосинтеза: с перемешиванием, противоточное экстрагирование, экстрагирование в неподвижном слое.
11. Жидкофазная центробежная экстракция продуктов метаболизма. Уравнение динамики изменения во времени концентрации продукта в экстрагенте. Степень извлечения продукта.
12. Экстрагирование метаболитов «суперкритическими» жидкостями.
13. Ионный обмен как метод выделения продуктов биосинтеза: характеристика ионообменных смол, изотерма Ленгмюра, движущая сила процесса.
14. Адсорбция продуктов биосинтеза микропористыми носителями. Фильтры закрытого и открытого типа.
15. Хроматография метаболитов. Виды, принцип метода, преимущества и недостатки, примеры применения в биотехнологии.
16. Биосорбция и иммуносорбция.
17. Преимущества и недостатки сорбционных методов выделения продуктов биосинтеза, области применения.
18. Диализ и электродиализ как мембранные методы выделения и очистки продуктов биосинтеза: принцип, оборудование, преимущества и недостатки.
19. Ультрафильтрация как мембранный метод очистки и концентрирования продуктов биосинтеза: используемые мембраны, конструктивное оформление, коэффициент удержания, концентрационная поляризация, преимущества и недостатки.
20. Особенности и применение обратного осмоса для выделения и очистки продуктов биосинтеза.
21. Формы связи воды в биологических системах.
22. Контактная сушка продуктов биосинтеза, примеры реализации.
23. Конвективная сушка продуктов биосинтеза, принцип и примеры.
24. Сушка продуктов в распылительных сушилках: кинетика сушки, материальный баланс сушки.
25. Аэрофонтанная сушка продуктов биосинтеза.
26. Сушка биологических продуктов токами высокой частоты. Радиационное высушивание.
27. Лиофильная сушка продуктов биосинтеза. Характерные особенности метода.

28. Физические явления, происходящие в клетке при замораживании на стадии лиофилизации.
29. Стадии процесса и принципиальная схема установки для лиофильного высушивания биотехнологических продуктов.
30. Нормативно-техническая документация на биотехнологическую продукцию.
31. Охрана труда, техника безопасности и санитарный контроль на биотехнологических предприятиях.

Таблица 2.4.1. Шкала оценивания результатов ответов на теоретические вопросы экзамена

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

2.4.4. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций в 7 семестре

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 ответов на вопросы экзаменационного билета. *Оценка освоения умений* вносится в оценочный лист как итог оценивания по 4-бальной шкале результатов выполнения контрольной работы № 4 результатов защиты лабораторных работ № 5 - 8. *Оценка освоения владений* вносится в оценочный лист как среднее арифметическое оценивания по 4-бальной шкале результатов защиты лабораторных работ № 1 - 4 и выполнения курсовой работы. По трем оценкам, внесенным в оценочный лист, вычисляется среднеарифметическое значение по 4-бальной шкале и после округления определяется отметка по дисциплине в 7 семестре.

Оценочный лист по дисциплине "Основы биотехнологии» в 7 семестре

№ п/п	Фамилия. И.О.	Оценка				Итоговая оценка
		Знания (ТВ1 и ТВ2)	Умения (КР 4 + ЛР 5-8)	Владения (ЛР 1 - 4 и курсовая работа)	Среднее арифметическое	