

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Химии и биотехнологии имени В.В. Тутуриной»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №16 от 12 мая 25 г.

Рабочая программа дисциплины

«ВЫДЕЛЕНИЕ И ОЧИСТКА ЦЕЛЕВЫХ ПРОДУКТОВ»

Направление: 19.03.01 Биотехнология

Промышленная биотехнология

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Лебедева Оксана Викторовна
Дата подписания: 17.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Евстафьев Сергей
Николаевич
Дата подписания: 18.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Лозовая Татьяна
Сергеевна
Дата подписания: 18.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 25 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Выделение и очистка целевых продуктов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-1 Способность к осуществлению контроля исходного сырья, промежуточной и готовой продукции, упаковочных материалов, иных объектов производственной среды (в том числе в соответствии с требованиями фармакопеи)	ПКС-1.3, ПКС-1.6
ПКС-2 Способность к повышению эффективности технологических процессов биотехнологического производства путем контроля технологических параметров биотехнологических производств; компоновки и подбора оборудования, проектирования биотехнологических производств	ПКС-2.2, ПКС-2.5
ПКС-4 Способность к проведению биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов	ПКС-4.2, ПКС-4.4
ПКС-5 Способность эффективно управлять биотехнологическим производством за счет рационального использования и сокращения расходов сырья, материалов, снижения трудоемкости производства продукции, повышения производительности труда, экономного расходования энергоресурсов	ПКС-5.2, ПКС-5.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-2.2	Применяет специализированные знания для повышения эффективности технологических процессов путем контроля технологических параметров при выделении целевых продуктов	Знать структуру, физико-химические и биологические свойства различных биотехнологических целевых продуктов; экологические последствия использования методов выделения и очистки в промышленных масштабах. Уметь обосновывать целесообразность применения конкретных методов очистки и выделения биотехнологических продуктов, оценивать возможное влияние методов на технологические аспекты биотехнологического производства; осуществлять выбор технологической схемы произ-

		<p>водства биологически активных веществ на основе индивидуаль-ных особенностей целевого про-дукта.</p> <p>Владеть методами расчета материального баланса стадий выделения и очистки целевых продуктов.</p>
ПКС-2.5	<p>Применяет специализированные знания для повышения эффективности технологических процессов путем контроля технологических параметров при очистке целевых продуктов</p>	<p>Знать структуру, физико-химические и биологические свойства различных биотехнологических целевых продуктов; экологические последствия использования методов выделения и очистки в промышленных масштабах.</p> <p>Уметь обосновывать целесообразность применения конкретных методов очистки и выделения биотехнологических продуктов, оценивать возможное влияние методов на технологические аспекты биотехнологического производства; осуществлять выбор технологической схемы производства биологически активных веществ на основе индивидуаль-ных особенностей целевого про-дукта.</p> <p>Владеть методами расчета материального баланса стадий выделения и очистки целевых про-дуктов.</p>
ПКС-4.2	<p>Владеет методами выделения целевых продуктов</p>	<p>Знать методы очистки и концентрирования целевых продуктов, использование методов выделения и очистки в промышленных масштабах.</p> <p>Уметь обосновывать целесообразность применения конкретных методов очистки и концентрирования целевых продуктов, оценивать возможное влияние методов на технологические аспекты биотехнологического производства; осуществлять выбор технологической схемы производства биологически активных веществ на основе индивидуаль-ных особенностей целевого про-дукта.</p> <p>Владеть методами расчета</p>

		материального баланса стадий выделения и очистки целевых продуктов.
ПКС-4.4	Владеет методами очистки и концентрирования целевых продуктов	<p>Знать методы очистки и концентрирования целевых продуктов, использование методов выделения и очистки в промышленных масштабах.</p> <p>Уметь обосновывать целесообразность применения конкретных методов очистки и концентрирования целевых продуктов, оценивать возможное влияние методов на технологические аспекты биотехнологического производства; осуществлять выбор технологической схемы производства биологически активных веществ на основе индивидуальных особенностей целевого продукта.</p> <p>Владеть методами расчета материального баланса стадий выделения и очистки целевых продуктов.</p>
ПКС-5.2	Повышает эффективность биотехнологического производства за счет рационального использования и сокращения расходов материалов, снижения трудоемкости процессов при выделении и очистке целевых продуктов	<p>Знать методы анализа сырья и целевого продукта при проведении технологического процесса получения биологически активных веществ; влияние основных параметров на технологический процесс стадий выделения и очистки биологически активных веществ.</p> <p>Уметь осуществлять контроль за соблюдением оптимальных технологических параметров процессов выделения и очистки БАВ в соответствии с нормативной документацией.</p> <p>Владеть методами количественного и качественного определения целевого продукта, получаемого на стадиях выделения и очистки целевых продуктов</p>
ПКС-5.4	Повышает эффективность биотехнологического производства за счет рационального использования и сокращения расходов материалов, снижения	<p>Знать методы анализа сырья и целевого продукта при проведении технологического процесса получения биологически активных веществ; влияние основных параметров на технологический</p>

	<p>трудоемкости процессов при очистке целевых продуктов</p>	<p>процесс стадий выделения и очистки биологически активных веществ.</p> <p>Уметь осуществлять контроль за соблюдением оптимальных технологических параметров процессов выделения и очистки БАВ в соответствии с нормативной документацией.</p> <p>Владеть методами количественного и качественного определения целевого продукта, получаемого на стадиях выделения и очистки целевых продуктов</p>
<p>ПКС-1.3</p>	<p>Способен использовать в практической деятельности специализированные знания для контроля процессов выделения и очистки целевых продуктов</p>	<p>Знать методы очистки и концентрирования целевых продуктов, использование методов выделения и очистки в промышленных масштабах.</p> <p>Уметь обосновывать целесообразность применения конкретных методов очистки и концентрирования целевых продуктов, оценивать возможное влияние методов на технологические аспекты биотехнологического производства; осуществлять выбор технологической схемы производства биологически активных веществ на основе индивидуальных особенностей целевого продукта.</p> <p>Владеть методами расчета материального баланса стадий выделения и очистки целевых продуктов.</p>
<p>ПКС-1.6</p>	<p>Способен использовать в практической деятельности специализированные знания для контроля процесса очистки целевых продуктов</p>	<p>Знать методы очистки и концентрирования целевых продуктов, использование методов выделения и очистки в промышленных масштабах.</p> <p>Уметь обосновывать целесообразность применения конкретных методов очистки и концентрирования целевых продуктов, оценивать возможное влияние методов на технологические аспекты биотехнологического про-</p>

		изводства; осуществлять выбор технологической схемы производства биологически активных веществ на основе индивидуальных особенностей целевого продукта. Владеть методами расчета материального баланса стадий выделения и очистки целевых продуктов.
--	--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Выделение и очистка целевых продуктов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Введение в биотехнологию», «Процессы и аппараты биотехнологии», «Основы биотехнологии»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика», «Промышленная биотехнология»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 9 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 6	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины	324	144	180
Аудиторные занятия, в том числе:	144	80	64
лекции	64	32	32
лабораторные работы	80	48	32
практические/семинарские занятия	0	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	108	28	80
Трудоемкость промежуточной аттестации	72	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 6

№	Наименование	Виды контактной работы	СРС	Форма
---	--------------	------------------------	-----	-------

п/п	раздела и темы дисциплины	Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				текущего контроля
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Предмет и задачи курса. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ.	1	2	1	4					Устный опрос
2	Классификация и порядок методов выделения и очистки продуктов биотехнологии	2	4	2	4					Устный опрос
3	Сепарация культуральной жидкости на твердую и жидкую фазы	3	4					1, 2, 3	6	Устный опрос
4	Дезинтеграция биомассы	4	2	4	4			1, 2, 3	6	Устный опрос
5	Выделение продукта из биомассы или из культуральной жидкости	5	4	5	4			2, 2, 3	6	Устный опрос
6	Выделение продукта из биомассы или из культуральной жидкости	6	4	3, 6, 7	12			2, 2, 3		Устный опрос
7	Выделение продукта из биомассы или из культуральной жидкости	7	2	8, 9	8			2, 2, 3		Устный опрос
8	Методы очистки целевых продуктов	8	2	10	4			1, 1, 2, 3	6	Устный опрос
9	Методы очистки целевых продуктов	9	2	11	4			1, 1, 2, 3	2	Устный опрос
10	Методы очистки целевых продуктов	10	4	11	4			1, 1, 2, 3		Устный опрос
11	Концентрирование целевого продукта	11	2					1	2	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		32		48				64	

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Выделение и очистка биомассы	1	2	1	2			1, 2, 4, 5	8	Устный опрос
2	Выделение и очистка полипептидов, белков и белковых субстанций	2	4	1	2			1, 2, 3, 4, 4	10	Устный опрос
3	Выделение и очистка аминокислот и биогенных аминов	3	4	2	2			1, 2, 3, 5	8	Устный опрос
4	Выделение и очистка липидов	4	2	3	2			1, 2, 3	6	Устный опрос
5	Выделение и очистка углеводов	5	2	4	2			1, 2, 4, 5	8	Устный опрос
6	Выделение и очистка нуклеиновых кислот	6	2	5	2			1, 2, 4	6	Устный опрос
7	Выделение и очистка витаминов	7	4	6	2			1, 2, 3, 4	8	Устный опрос
8	Выделение и очистка органических кислот	8	4	7, 11	8			1, 2, 3, 5	8	Устный опрос
9	Выделение и очистка спиртов, кетонов	9	4	8, 9	6			1, 2, 3, 4	8	Устный опрос
10	Выделение и очистка алкалоидов, гибберелинов	10	2	10	4			3, 4	4	Устный опрос
11	Выделение и очистка газов	11	2					3, 4, 5	6	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		32		32				116	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Предмет и задачи курса. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация	Анализ и прогноз развития науки в области производства целевых продуктов, в том числе биологически активных веществ. Классификация целевых продуктов биотехнологических производств по назначению; по составу и строению; по физическим, химическим и биологическим свойствам.

	биологически активных веществ.	
2	Классификация и порядок методов выделения и очистки продуктов биотехнологии	Предварительные методы: сепарация культуральной жидкости на твердую и жидкую фазы. Промежуточные методы: дезинтеграция биомассы; выделение продукта из биомассы или из культуральной жидкости (экстрагирование, экстракция, ионный обмен, кристаллизация). Заключительные методы (очистка): экстракция и реэкстракция, сорбция, кристаллизация и перекристаллизация, хроматографическая очистка; мембранные методы. Концентрирование целевого продукта: выпаривание, сушка распылительная, вымораживание, переосаждение, лиофильная сушка, мембранные методы.
3	Сепарация культуральной жидкости на твердую и жидкую фазы	Классификация целевых продуктов по степени растворимости. Основные показатели процесса флотации культуральной жидкости. Аппаратурное оформление процессов флотации. Особенности культуральных жидкостей БАВ как фильтрационных систем. Основные показатели процесса фильтрации культуральной жидкости. Основные методы предварительной обработки культуральных жидкостей и нативных растворов. Аппаратурное оформление процессов фильтрации. Основные показатели процесса центрифугирования культуральной жидкости. Аппаратурное оформление процессов центрифугирования. Основные показатели процесса осаждения культуральной жидкости. Аппаратурное оформление процессов осаждения. Способы интенсификации процессов сепарации.
4	Дезинтеграция биомассы	Методы дезинтеграции биомассы: физические, химические, ферментативные. Принципы, возможности и области применения данных методов, основные параметры и режимы, способы интенсификации процессов.
5	Выделение продукта из биомассы или из культуральной жидкости	Особенности нативных растворов как жидкостных систем. Основные показатели процесса экстракции (коэффициенты распределения, селективности, массопередачи, показатель эффективности). Влияние различных факторов на эффективность процесса экстракции. Жидкостная экстракция с переносчиком. Особенности экстракции из твердой фазы. Экстракция из твердой фазы. Выбор оптимальных условий для эффективного проведения процесса экстракции из твердой фазы. Экстракция с переносчиком.
6	Выделение продукта из биомассы или из	Классификация сорбентов (гелевые, микро-, мезо- и макропористые). Равновесие сорбционных

	культуральной жидкости	процессов. Описание различных видов изотерм сорбции - Лэнгмюра, БЭТ, кооперативной, изотермы с максимумом. Расчет коэффициента распределения вещества. Расчет коэффициента избирательности и термодинамической константы ионного обмена с использованием подхода Боннера-Аргензингера. Массоперенос в гетерогенных системах. Понятие о коэффициенте диффузии. Кинетика ионного обмена (внешняя диффузионная кинетика, внутренняя диффузионная кинетика и химическая кинетика). Равновесная и неравновесная динамика сорбционных процессов. Вывод коэффициента регулярности лямбда. Оптимизация сорбционных процессов.
7	Выделение продукта из биомассы или из культуральной жидкости	Особенности кристаллизации целевых продуктов. Основные факторы, влияющие на процесс кристаллизации. Показатели процесса кристаллизации. Кинетика процесса кристаллизации. Основные методы кристаллизации целевых продуктов. Способы интенсификации процессов выделения целевых продуктов: экстрагирования, экстракции, ионного обмена, кристаллизации.
8	Методы очистки целевых продуктов	Краткая характеристика основных методов, применяемых для очистки целевых продуктов: экстракция и реэкстракция, ионный обмен, кристаллизация и перекристаллизация, хроматографическая очистка; мембранные методы.
9	Методы очистки целевых продуктов	Особенности хроматографической очистки целевых продуктов. Основные факторы, влияющие на процесс хроматографической очистки. Показатели процесса хроматографической очистки. Кинетика процесса хроматографической очистки. Основные методы хроматографической очистки целевых продуктов: ионнообменная; афинная; гельфильтрация (эксклюзионная); гидрофобная; адсорбционная; смешанная.
10	Методы очистки целевых продуктов	Особенности мембранных и баромембранных процессов. Ультра-, микро-, нанофильтрация. Ультрафильтрационные мембраны и их характеристика. Требования, предъявляемые к ультрафильтрационным мембранам. Ультрафильтрационные установки, их достоинства и недостатки. Особенности диализа, электродиализа, обратного осмоса. Аппаратурное оформление мембранных процессов. Способы интенсификации мембранных процессов.
11	Концентрирование целевого продукта	Выпаривание, сушка распылительная, вымораживание, переосаждение, лиофильная сушка, мембранные методы. Принципы,

		возможности и области применения данных методов, основные параметры и режимы, способы интенсификации процессов.
--	--	---

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Выделение и очистка биомассы	Классификация, характеристика и назначение различных видов биомассы (живая активная биомасса, живая неактивная биомасса, мертвая биомасса и др.). Особенности выделения, очистки и концентрирования различных видов биомассы.
2	Выделение и очистка полипептидов, белков и белковых субстанций	Характеристика и назначение полипептидов, ферментов, кормового белка, пищевого белка, сладких белков, рекомбинантных белков, моноклональных антител и т.п. Особенности выделения, очистки и концентрирования данных целевых продуктов.
3	Выделение и очистка аминокислот и биогенных аминов	Классификация, характеристика и назначение различных аминокислот и биогенных аминов, получаемых биотехнологическим способом. Особенности выделения, очистки и концентрирования различных видов аминокислот и биогенных аминов.
4	Выделение и очистка липидов	Классификация, характеристика и назначение различных липидов (гормонов, фитогормонов, эфирных и жирных масел, кумаринов, терпеноидов), получаемых биотехнологическим способом. Особенности выделения, очистки и концентрирования различных видов липидов
5	Выделение и очистка углеводов	Классификация, характеристика и назначение различных углеводов (глюкозы, глюкозо-фруктозных сиропов, декстранов, полисахаридов, пребиотиков), получаемых биотехнологическим способом. Особенности выделения, очистки и концентрирования различных видов углеводов
6	Выделение и очистка нуклеиновых кислот	Классификация, характеристика и назначение нуклеиновых кислот (ДНК, РНК), получаемых биотехнологическим способом. Особенности выделения, очистки и концентрирования различных видов нуклеиновых кислот.
7	Выделение и очистка витаминов	Классификация, характеристика и назначение различных витаминов (витамина В6, рибофлавина, витамина С, витамина D), получаемых биотехнологическим способом. Особенности выделения, очистки и концентрирования различных видов витаминов.
8	Выделение и очистка органических кислот	Классификация, характеристика и назначение различных органических кислот (молочной, лимонной, пропионовой, фумаровой и др.), получаемых биотехнологическим способом.

		Особенности выделения, очистки и концентрирования различных видов органических кислот
9	Выделение и очистка спиртов, кетонов	Классификация, характеристика и назначение различных спиртов и кетонов (этанол, бутанола, ацетона, бутандиола), получаемых биотехнологическим способом. Особенности выделения, очистки и концентрирования различных видов спиртов, кетонов.
10	Выделение и очистка алкалоидов, гиббереллинов	Классификация, характеристика и назначение алкалоидов и гиббереллинов, получаемых биотехнологическим способом. Особенности выделения, очистки и концентрирования алкалоидов и гиббереллинов.
11	Выделение и очистка газов	Классификация, характеристика и назначение газов (метан, углекислый газ), получаемых биотехнологическим способом. Особенности выделения, очистки и концентрирования газов.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 6

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Изучение процесса жидкостной экстракции антибиотиков в системе «антибиотик-бутилацетат».	4
2	Особенности составления материального баланса стадий экстракции с переносчиком и выпаривания и кристаллизации БАВ.	4
3	Экстракционные процессы выделения и очистки БАВ. Изучение номограмм "Условия проведения процесса - характеристика аппаратуры - показатель эффективности процесса экстракции".	4
4	Коагуляция и фильтрация культуральных жидкостей биологически активных веществ (БАВ). Расчет вакуум-барабанного фильтра общего назначения	4
5	Изучение ионообменного метода выделения тетрациклина на макропористом сульфокатионите КУ-23 в кипящем слое	4
6	Метод «ионитовых сит». Деминерализация и нейтрализация растворов Амилосубтилина Г-3Х на ионообменных сорбентах	4
7	Деминерализация растворов биологически активных веществ методом «молекулярных сит» (мембранным способом)	4
8	Изучение ионообменного метода выделения тетрациклина	4

9	Изучение ионообменного метода выделения тетрациклина	4
10	Определение свободного объема колонки и молекулярной массы белков при гельхроматографии	4
11	Гельхроматографический анализ компонентного состава препарата «Амилокарб»	4
11	Итоговое занятие. Обсуждение результатов, построение графиков по работам 2 цикла.	4

Семестр № 7

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Расчет параметров процесса ионообменной сорбции БАВ в кипящем слое сорбента и кинетико-динамический анализ процесса сорбции-десорбции.	2
1	Расчет параметров процесса ионообменной сорбции БАВ в стационарном слое сорбента и кинетико-динамический анализ процесса сорбции-десорбции	2
2	Использование графического метода для расчета коэффициента распределения по изотерме Ленгмюра.	2
3	Ионообменный метод выделения аминокислот	2
4	Деминерализация растворов амилосубтилина Гх на ионообменных смолах	2
5	Очистка белка методом гель-хроматографии	2
6	Жидкостная экстракция витаминов	2
7	Мембранные методы очистки биологически активных веществ	4
8	Методы лизиса клеток на примере хлебопекарных дрожжей	4
9	Ректификация модельной смеси спирт-вода	2
10	Выделение и очистка ферментов	4
11	Выделение и очистка молочной кислоты	4

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	10
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	10

3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	8
---	-------------------------------------	---

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	18
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	18
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	16
4	Проработка разделов теоретического материала	18
5	Расчетно-графические и аналогичные работы	10

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия, работа в малых группах

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Глазова В.В., Котова Н.В. Технология выделения и очистки биологически активных веществ: Учебно-методическое пособие для учащихся направления 19.03.01 «Биотехнология» / СПб.:, 2019. – 60 с.

Технология спирта и ликероводочных изделий. Лабораторный практикум. Составитель Е.А. Привалова. Иркутск. Изд-во ИРНИТУ, 2018. – 62 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Технология спирта и ликероводочных изделий: Методические указания для самостоятельной работы студентов. Составитель Привалова Е.А. Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2018.– 30 с.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 6 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный опрос проводится на практических занятиях или лабораторных работах по темам, рассмотренным в пункте 4.2.

Критерии оценивания.

Оценка "отлично" - студент полно и аргументировано отвечает на вопросы, обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные, излагает материал последовательно и правильно.

Оценка "хорошо" - студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка "удовлетворительно" - студент обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но: излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка "неудовлетворительно" - студент обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал; отмечаются такие недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом

6.1.2 семестр 7 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный опрос проводится на практических занятиях или лабораторных работах по темам, рассмотренным в пункте 4.2.

Критерии оценивания.

Оценка "отлично" - студент полно и аргументировано отвечает на вопросы, обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные, излагает материал последовательно и правильно.

Оценка "хорошо" - студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка "удовлетворительно" - студент обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но: излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка "неудовлетворительно" - студент обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал; отмечаются такие недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-2.2	Применять специализированные знания для повышения эффективности технологических процессов путем контроля технологических параметров при выделении целевых продуктов	Устный опрос или тестирование
ПКС-2.5	Применять специализированные	Устный опрос или

	знания для повышения эффективности технологических процессов путем контроля технологических параметров при выделении целевых продуктов	тестирование
ПКС-4.2	Владеть основными методами и приемами очистки и выделения целевых продуктов; методами расчета материального баланса стадий выделения и очистки целевых продуктов	Устный опрос или тестирование
ПКС-4.4	Владеть основными методами и приемами очистки и выделения целевых продуктов; методами расчета материального баланса стадий выделения и очистки целевых продуктов	Устный опрос или тестирование
ПКС-5.2	Повышать эффективность биотехнологического производства за счет рационального использования и сокращения расходов материалов, снижения трудоемкости процессов при выделении целевых продуктов	Устный опрос или тестирование
ПКС-5.4	Повышать эффективность биотехнологического производства за счет рационального использования и сокращения расходов материалов, снижения трудоемкости процессов при выделении целевых продуктов	Устный опрос или тестирование
ПКС-1.3	Применять специализированные знания для повышения эффективности технологических процессов путем контроля технологических параметров при выделении целевых продуктов	Устный опрос или тестирование
ПКС-1.6	Применять специализированные знания для повышения эффективности технологических процессов путем контроля технологических параметров при выделении целевых продуктов	Устный опрос или тестирование

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в виде устного собеседования по билетам. Билет, как правило, включает три вопроса из различных разделов дисциплины. Обучающемуся может быть задано также любое количество дополнительных вопросов, как уточняющего характера, так и из разделов и тем, не вошедших в состав билета.

Пример задания:

Билет 1

1. Классификация целевых продуктов по степени растворимости. Основные показатели процесса флотации культуральной жидкости. Аппаратурное оформление процессов флотации.
2. Особенности нативных растворов как жидкостных систем. Основные показатели процесса экстракции (коэффициенты распределения, селективности, массопередачи, показатель эффективности). Влияние различных факторов на эффективность процесса экстракции.
3. Особенности диализа, электродиализа, обратного осмоса. Аппаратурное оформление мембранных процессов.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Хорошо владеет теоретическими основами и практическими навыками в области методов выделения и очистки различных целевых продуктов, этапов, целей и задач выделения, очистки и концентрирования целевых продуктов. Способен грамотно оценивать и выбирать адекватный метод выделения и очистки целевого продукта.	В основном владеет теоретическими основами и практическими навыками в области методов выделения и очистки различных целевых продуктов, этапов, целей и задач выделения, очистки и концентрирования целевых продуктов. Способен грамотно оценивать и выбирать адекватный метод выделения и очистки целевого продукта	Недостаточно хорошо владеет теоретическими основами и практическими навыками в области методов выделения и очистки различных целевых продуктов, этапов, целей и задач выделения, очистки и концентрирования целевых продуктов. В минимальном объеме способен оценивать и выбирать адекватный метод выделения и очистки целевого продукта.	Не владеет теоретическими основами и практическими навыками в области методов выделения и очистки различных целевых продуктов, этапов, целей и задач выделения, очистки и концентрирования целевых продуктов. Практически не способен оценивать и выбирать адекватный метод выделения и очистки целевого продукта.

6.2.2.2 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в виде устного собеседования по билетам. Билет, как правило, включает три вопроса из различных разделов дисциплины. Обучающемуся может быть задано также любое количество дополнительных вопросов, как уточняющего характера, так и из разделов и тем, не вошедших в состав билета.

Пример задания:

Билет 1

1. Методы выделения и очистки белков. Последовательность операций по выделению белков. Особенности выделения, очистки и концентрирования данных целевых продуктов.
2. Классификация, характеристика и назначение различных липидов.
3. Рибофлавин (B2), формула, применение, получение в промышленности и биотехнологическим способом.

6.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Хорошо владеет теоретическими основами и практическими навыками в области методов выделения и очистки различных целевых продуктов, этапов, целей и задач выделения, очистки и концентрирования целевых продуктов. Способен грамотно оценивать и выбирать адекватный метод выделения и очистки целевого продукта.	В основном владеет теоретическими основами и практическими навыками в области методов выделения и очистки различных целевых продуктов, этапов, целей и задач выделения, очистки и концентрирования целевых продуктов. Способен грамотно оценивать и выбирать адекватный метод выделения и очистки целевого продукта	Недостаточно хорошо владеет теоретическими основами и практическими навыками в области методов выделения и очистки различных целевых продуктов, этапов, целей и задач выделения, очистки и концентрирования целевых продуктов. В минимальном объеме способен оценивать и выбирать адекватный метод выделения и очистки целевого продукта.	Не владеет теоретическими основами и практическими навыками в области методов выделения и очистки различных целевых продуктов, этапов, целей и задач выделения, очистки и концентрирования целевых продуктов. Практически не способен оценивать и выбирать адекватный метод выделения и очистки целевого продукта.

7 Основная учебная литература

1. Чечина О. Н. Общая биотехнология : учебное пособие для вузов по инженерно-техническим направлениям / О. Н. Чечина, 2019. - 230.

2. Биотехнология : учебник для вузов по сельскохозяйственным, естественнонаучным, педагогическим, специальностям и магистерским программам / И. В. Тихонов [и др.]; под ред. Е. С. Воронина, 2008. - 703.

3. Биотехнология спирта : программа, методические указания и задачи для контрольных работ для заочной формы обучения по специальности 270500 "Технология бродильных производств и виноделие" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2003. - 18.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Бирюков В. В. Основы промышленной биотехнологии : учеб. пособие для вузов по специальностям "Охрана окружающей среды и рацион. использование природ. ресурсов" ... / В. В. Бирюков, 2004. - 294.

2. Елисеев Сергей Андреевич. Поверхностно-активные вещества и биотехнология / Сергей Андреевич Елисеев, Роман Владимирович Кучер, 1991. - 113.

3. Волова Т. Г. Экологическая биотехнология : учеб. пособие для ун-тов / Т. Г. Волова, 1997. - 141.

4. Грачева И. М. Технология ферментных препаратов : учеб. по специальности "Биотехнология" направления подгот. дипломир. специалистов "Биотехнология" / И. М. Грачева, А. Ю. Кривова, 2000. - 512.

5. Кухаренко А. А. Безотходная биотехнология этилового спирта / А. А. Кухаренко, А. Ю. Винаров, 2001. - 269.

6. Чекакина Е. В. Методические указания к лабораторному практикуму по дисциплине "Технология белковых и биологически активных веществ" : (для студентов специальности 070100 "Биотехнология") / Е. В. Чекакина, 2004. - 18.

7. Орехов С. Н. Биотехнология : учебник по направлению подготовки "Фармация" по дисциплине "Биотехнология" / С. Н. Орехов, И. И. Чакалева, 2014. - 281.

8. Федоренко Б. Н. Промышленная биоинженерия. Инженерное сопровождение биотехнологических производств : технологическое оборудование биотехнологических производств: учебник для вузов по направлению подготовки дипломированного специалиста 260600 "Пищевая инженерия" [и др.] / Б. Н. Федоренко, 2016. - 516.

9. Биотехнология : учеб. для вузов по специальностям 310700 "Зоотехния"... / И. В. Тихонов [и др.]; под ред. Е. С. Воронина, 2005. - 703.

10. Биотехнология [Текст] : учеб. пособие для вузов: в 8 кн. / под ред. Н. С. Егорова, В. Д. Самуилова. Кн. 1 : Проблемы и перспективы / Н. С. Егоров, А. В. Олескин, В. Д. Самуилов, 1987. - 159.

11. Зимон Анатолий Давыдович. Коллоидная химия : учеб. для вузов по направлениям "Химия", "Спец. технология", "Хим. технология и биотехнология" и специальностям "Химия" и "Биотехнология" / А. Д. Зимон, Н. Ф. Лещенко, 2001. - 317.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2007

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 2335 Весы аналитические ВА-31
2. 310362 Центрифуга ТН-21М
3. 318146 Поляриметр портативный П-161
4. весы Scout Pro Sru 601 (предел взвеш.600г)
5. рН-метр (иономер) Эксперт-001--3.0.1 портативный , с термодатчиком
6. 317496 Весы лабораторные электронные AR-3130 1119311138
7. Водонагреватель ABS PRO R INOX 50 V
8. Фотометр (фотоэлектроколориметр) КФК-3-01
9. Мельница лабораторная ЛМЦ-1М