

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 (135)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №16 от 18 мая 2026 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:
Супрун Наталья Петровна
Дата подписания: 28.05.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Евстафьев Сергей
Николаевич
Дата подписания: 01.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Лозовая Татьяна
Сергеевна
Дата подписания: 28.05.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 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 фармакопей)	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-1.3	Способен использовать в практической деятельности специализированные знания для контроля процессов выделения и очистки целевых продуктов	Знать методы выделения и очистки целевых продуктов в лабораторных и промышленных условиях; особенности расчета материального баланса процессов выделения и очистки целевых продуктов; Уметь обосновывать целесообразность и применять методы контроля, и оптимизации процессов выделения и очистки целевых продуктов с учетом их физико-химических характеристик; Владеть навыками расчета материального баланса процессов выделения и очистки целевых продуктов.
ПКС-1.6	Способен использовать в	Знать методы очистки и

	практической деятельности специализированные знания для контроля процесса очистки целевых продуктов	концентрирование целевых продуктов, и использование их в промышленных условиях; Уметь обосновывать целесообразность и применять методы контроля, и оптимизации процессов очистки и концентрирования целевых продуктов; Владеть практическими навыками мониторинга и корректировки технологических параметров процессов очистки целевых продуктов на основе результатов контроля.
ПКС-2.2	Применяет специализированные знания для повышения эффективности технологических процессов путем контроля технологических параметров при выделении целевых продуктов	Знать теоретические основы и закономерности влияния технологических параметров на эффективность процессов выделения целевых продуктов; Уметь применять методы контроля технологических параметров для оптимизации процесса выделения целевых продуктов и повышения эффективности производства; Владеть практическими навыками корректировки технологических режимов с целью повышения эффективности процесса выделения целевых продуктов.
ПКС-2.5	Применяет специализированные знания для повышения эффективности технологических процессов путем контроля технологических параметров при очистке целевых продуктов	Знать теоретические основы и закономерности влияния технологических параметров на эффективность процессов очистки и концентрирования целевых продуктов; Уметь применять методы контроля технологических параметров для оптимизации процессов очистки и концентрирования целевых продуктов и повышения эффективности производства; Владеть практическими навыками корректировки технологических режимов с целью повышения эффективности процесса очистки и концентрирования целевых продуктов.
ПКС-4.2	Владеет методами выделения целевых продуктов	Знать теоретические основы и технологические принципы различных методов выделения

		целевых продуктов, включая их механизмы действия и области применения; Уметь применять методы выделения целевых продуктов с учетом их физико-химических характеристик и особенностей производственного процесса; Владеть практическими навыками владения методами выделения целевых продуктов различными методами.
ПКС-4.4	Владеет методами очистки и концентрирования целевых продуктов	Знать теоретические основы и технологические принципы различных методов очистки и концентрирования целевых продуктов, включая их механизмы действия и области применения; Уметь обосновывать целесообразность применения конкретных методов очистки и концентрирования целевых продуктов с учетом их физико-химических характеристик и особенностей производственного процесса; Владеть практическими навыками владения методами очистки и концентрирования целевых продуктов различными методами.
ПКС-5.2	Повышает эффективность биотехнологического производства за счет рационального использования и сокращения расходов материалов, снижения трудоемкости процессов при выделении и очистке целевых продуктов	Знать методы оптимизации и ресурсосбережения в процессе выделения целевых продуктов биотехнологического производства; Уметь обосновывать рациональные подходы к использованию материалов и снижению трудоемкости процессов при выделении и очистке целевых продуктов; Владеть практическими навыками критического анализа технологического процесса выделения целевых продуктов с целью повышения эффективности биотехнологического производства.
ПКС-5.4	Повышает эффективность биотехнологического производства за счет рационального использования и сокращения расходов	Знать методы оптимизации и ресурсосбережения в процессах очистки целевых продуктов биотехнологического производства; Уметь обосновывать рациональные

	материалов, снижения трудоемкости процессов при очистке целевых продуктов	подходы к использованию материалов и снижению трудоемкости процессов при очистке целевых продуктов; Владеть практическими навыками критического анализа технологического процесса очистки целевых продуктов с целью повышения эффективности биотехнологического производства.
--	---	---

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», «Химия биотехнологического сырья и целевых продуктов»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Физико-химические методы анализа в биотехнологии», «Промышленная биотехнология», «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 9 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семес тр № 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	Экзам ен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 6

№ 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	Основные подходы к классификации биологически активных веществ (БАВ). Строение и модификация БАВ	1	2							Устный опрос
2	Классификация и порядок методов выделения и очистки продуктов биотехнологии	2	2	1, 2	6			1, 2, 3	3	Устный опрос
3	Сепарация культуральной жидкости на твердую и жидкую фазы	3, 4	4	3	2			1, 3	2	Устный опрос
4	Дезинтеграция биомассы	5	2	4	6			1, 2, 3	3	Устный опрос
5	Выделение продукта из биомассы или из культуральной жидкости методом экстракции	6, 7	4	5	4			1, 2, 3, 4, 4	5	Устный опрос
6	Выделение продукта из биомассы или из культуральной жидкости с использованием сорбционных методов	8, 9, 10	6	6	4			1, 2, 3, 4	4	Устный опрос
7	Методы очистки целевых продуктов биотехнологии	11	2	7	6					Устный опрос
8	Очистка целевых продуктов с применением хроматографических методов	12, 13	4	9, 10	8			1, 2, 3	3	Устный опрос
9	Очистка целевых продуктов с применением баромембранных методов	14, 15	4	8	4			1, 2, 3, 4	4	Устный опрос
10	Методы концентрирования целевых продуктов биотехнологии	16	2	11, 12	8			1, 2, 3, 4	4	Устный опрос
	Промежуточная								36	Экзамен

	аттестация									
	Всего		32		48				64	

Семестр № 7

№ 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 полипептидов, белков и белковых субстанций	1, 2, 3	8	1, 2	8			1, 2, 3, 4, 5, 6	18	Устный опрос
2	Выделение и очистка аминокислот и биогенных аминов	4	2	3	4			1, 3, 4, 5	7	Устный опрос
3	Выделение и очистка нуклеиновых кислот	5	2					4, 5, 6	6	Устный опрос
4	Выделение и очистка углеводов	6	2					4, 5, 6	5	Устный опрос
5	Выделение и очистка липидов	7	2	4	4			1, 2, 3, 4, 5	8	Устный опрос
6	Выделение и очистка витаминов	8	4	5	4			1, 2, 3, 4, 5	9	Устный опрос
7	Выделение и очистка алкалоидов, гиббереллинов	12	2					4, 5, 6	5	Устный опрос
8	Выделение и очистка органических кислот	9	4	6	4			1, 2, 3, 4, 5	8	Устный опрос
9	Выделение и очистка спиртов, кетонов	10, 11	4	7, 8	8			1, 2, 3, 4, 5, 6	11	Устный опрос
10	Выделение и очистка газов	13	2					4, 5	3	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		32		32				116	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Основные подходы к классификации биологически активных	Анализ и прогноз развития науки в области производства целевых продуктов, в том числе биологически активных веществ. Классификация

	веществ (БАВ). Строение и модификация БАВ	целевых продуктов биотехнологических производств по назначению; по составу и строению; по физическим, химическим и биологическим свойствам.
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 резэкстракция, 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 методом экстракции	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	Классификация сорбентов (гелевые, микро-, мезо-

	биомассы или из культуральной жидкости с использованием сорбционных методов	и макропористые). Равновесие сорбционных 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. Способы интенсификации процессов выделения целевых продуктов: экстрагирования, экстракции, ионного обмена, кристаллизации.
7	Методы очистки целевых продуктов биотехнологии	Краткая характеристика основных методов, применяемых для очистки целевых продуктов: экстракция и рекстракция, ионный обмен, кристаллизация и перекристаллизация, хроматографическая очистка; мембранные методы.
8	Очистка целевых продуктов с применением хроматографических методов	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.
9	Очистка целевых продуктов с применением баромембранных методов	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.
10	Методы концентрирования целевых продуктов биотехнологии	Особенности кристаллизации целевых продуктов. Основные факторы, влияющие на процесс кристаллизации. Показатели процесса кристаллизации. Кинетика процесса кристаллизации. Основные методы кристаллизации целевых продуктов. Выпаривание, сушка распылительная, вымораживание, переосаждение, лиофильная сушка. Принципы, возможности и области применения данных

		методов, основные параметры и режимы, способы интенсификации процессов.
--	--	---

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Выделение и очистка полипептидов, белков и белковых субстанций	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. 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.
2	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.
3	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.
4	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
5	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
6	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.
7	Выделение и очистка алкалоидов, гиббереллинов	Классификация, характеристика и назначение алкалоидов и гиббереллинов, получаемых биотехнологическим способом. Особенности выделения, очистки и концентрирования алкалоидов и гиббереллинов.

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 (этанола, бутанола, ацетона, бутандиола), получаемых биотехнологическим способом. Особенности выделения, очистки и концентрирования различных видов спиртов, кетонов.
10	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	Выделение и стандартизация препарата биогенных стимуляторов	4
2	Составление материального баланса стадии экстракции тетрациклина с переносчиком	2
3	Расчет вакуум-барабанного фильтра общего назначения	2
4	Изучение процесса жидкостной экстракции антибиотиков в системе «антибиотик-бутилацетат»	6
5	Изучение номограмм «Условия проведения процесса - характеристика аппаратуры - показатель эффективности процесса экстракции»	4
6	Изучение ионообменного метода выделения тетрациклина на макропористом сульфокатионите КУ-23 в кипящем слое	4
7	Деминерализация и нейтрализация растворов Амилосубтилина Г-3Х на ионообменных сорбентах	6
8	Деминерализация растворов биологически активных веществ методом «молекулярных сит» (мембранным способом)	4
9	Определение свободного объема колонки и молекулярной массы белков при гельхроматографии	4
10	Гельхроматографический анализ компонентного состава препарата «Амилокарб»	4

11	Выделение и очистка препаратов, содержащих флавоновые вещества	6
12	Составление материального баланса стадии выпаривания и кристаллизации БАВ	2

Семестр № 7

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Выделение и очистка миозина из куриной грудки	4
2	Очистка технического ферментного препарата Амила субтилина Г-3Х методом гель-хроматографии	4
3	Графический метод расчета коэффициента распределения по изотерме Ленгмюра	4
4	Выделение и очистка липидов из растительного и биологического материала	4
5	Жидкостная экстракция витаминов	4
6	Выделение и очистка молочной кислоты	4
7	Методы лизиса клеток на примере хлебопекарных дрожжей	4
8	Выделение этилового спирта из виноматериала методом перегонки	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	8
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	7
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	8
4	Подготовка к экзамену	5

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	14
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	5
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	14
4	Подготовка к экзамену	13

5	Проработка разделов теоретического материала	20
6	Расчетно-графические и аналогичные работы	14

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: мозговой штурм, дискуссия, круглый стол, публичная презентация.

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:

1. 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.
2. Привалова Е.А. 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:

1. Привалова Е.А. Технология спирта и ликероводочных изделий: Методические указания для самостоятельной работы студентов. Составитель Привалова Е.А. Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2018.– 30 с.
2. Чучалин, В.С. Технология получения максимально очищенных препаратов: учебное пособие / В.С. Чучалин, Н.В. Келус, В.В. Шейкин – Томск: Изд-во СибГМУ, 2019. – 87 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-1.3	Способность применять специализированные знания умения и навыки для контроля процессов выделения и очистки целевых продуктов.	Проработка отдельных разделов теоретического курса, тестирование, лабораторные работы и устный опрос.
ПКС-1.6	Способность применять специализированные знания, умения и навыки для контроля процесса очистки целевых продуктов.	Проработка отдельных разделов теоретического курса,

		тестирование, лабораторные работы и устный опрос.
ПКС-2.2	Способность применять специализированные знания, умения и навыки для повышения эффективности технологических процессов путем контроля технологических параметров при выделении целевых продуктов.	Проработка отдельных разделов теоретического курса, тестирование, лабораторные работы и устный опрос.
ПКС-2.5	Способность применять специализированные знания, умения и навыки для повышения эффективности технологических процессов путем контроля технологических параметров при очистке целевых продуктов.	Проработка отдельных разделов теоретического курса, тестирование, лабораторные работы и устный опрос.
ПКС-4.2	Способность применять специализированные знания, умения и навыки владения методами выделения целевых продуктов.	Проработка отдельных разделов теоретического курса, тестирование, лабораторные работы и устный опрос.
ПКС-4.4	Способность применять специализированные знания, умения и навыки владения методами очистки и концентрирования целевых продуктов.	Проработка отдельных разделов теоретического курса, тестирование, лабораторные работы и устный опрос.
ПКС-5.2	Способность применять специализированные знания, умения и навыки повышения эффективности биотехнологического производства за счет рационального использования и сокращения расходов материалов, снижения трудоемкости процессов при выделении и очистке целевых продуктов.	Проработка отдельных разделов теоретического курса, тестирование, лабораторные работы и устный опрос.
ПКС-5.4	Способность применять специализированные знания, умения и	Проработка отдельных

	навыки повышения эффективности биотехнологического производства за счет рационального использования и сокращения расходов материалов, снижения трудоемкости процессов при очистке целевых продуктов.	разделов теоретического курса, тестирование, лабораторные работы и устный опрос.
--	--	--

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,	В основном владеет теоретическими основами и практическими навыками в области методов выделения и очистки различных целевых продуктов, этапов, целей и задач	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	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

очистки и концентрирования целевых продуктов. Способен грамотно оценивать и выбирать адекватный метод выделения и очистки целевого продукта.	выделения, очистки и концентрирования целевых продуктов. Способен грамотно оценивать и выбирать адекватный метод выделения и очистки целевого продукта	целевых продуктов. В минимальном объеме способен оценивать и выбирать адекватный метод выделения и очистки целевого продукта.	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 (В2), структурная формула, применение, промышленные способы получения.

6.2.2.2.2 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	В основном владеет теоретическими основами и практическими навыками в области методов выделения и очистки различных целевых продуктов, этапов,	Недостаточно хорошо владеет теоретическими основами и практическими навыками в области методов выделения и очистки различных целевых продуктов, этапов, целей и задач выделения, очистки	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.

выделения, очистки и концентрирования целевых продуктов. Способен грамотно оценивать и выбирать адекватный метод выделения и очистки целевого продукта.	целей и задач выделения, очистки и концентрирования целевых продуктов. Способен грамотно оценивать и выбирать адекватный метод выделения и очистки целевого продукта	и концентрирования целевых продуктов. В минимальном объеме способен оценивать и выбирать адекватный метод выделения и очистки целевого продукта.	Практически не способен оценивать и выбирать адекватный метод выделения и очистки целевого продукта.
---	--	--	--

7 Основная учебная литература

1. Уилсон К., Уолкер. Дж. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии / – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.

[Сайт] – URL: <https://rmebrk.kz/bilim/atu/1162528.pdf>

2. Биотехнология : учебник / под ред. В. А. Колодзяной, М. А. Самотруевой. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2025. — 384 с.

[Сайт] – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970488393.html>

3. Новиков Д.А. Выделение и очистка продуктов биотехнологии. Методическое пособие / авт.: Д.А. Новиков – Минск.: БГУ, 2014. – 256 с.

[Сайт] – URL: https://propionix.ru/f/vydelenie_i_ochistka_produktoov_biotehnolgii_metodicheskoe_posobie_avt_da_novikov_minsk_bgu_2014_256_s.pdf

4. Новиков Д.А. Фармацевтическая биотехнология : пособие / Д. А. Новиков. – Минск : БГУ, 2018. – 343 с.

[Сайт] – URL: https://propionix.ru/f/farmaceuticheskaya_biotehnologiya_posobie_d_a_novikov_minsk_bgu_2018_343_s.pdf

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Сова В.В., Кусайкин М.И. Методическое пособие к практическим занятиям по очистке белков - Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2006. - 42 с.

[Сайт] – URL: https://piboc.dvo.ru/structure/ext_labs/LabEnzymChem/protein_purification.pdf

2. Моисеев, Д.В., Лукашов, Р.И., Веремчук, О.А., Моисеева, А.М. Фармацевтическая биотехнология : пособие / Д.В. Моисеев, Р.И. Лукашов, О.А. Веремчук, А.М. Моисеева // под ред. Д.В. Моисеева. – Витебск: ВГМУ, 2019. – 293 с.

[Сайт] – URL:

https://propionix.ru/f/farmaceuticheskaya_biotehnologiya_vgmu_2019_293_s.pdf

3. Берсенёва В.С. Сорбционные методы выделения продуктов биосинтеза : учеб. пособие / В. С. Берсенёва, В. А. Бакулев. — Екатеринбург : Изд во Урал. ун-та, 2018. — 80 с

[Сайт] – URL:

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>
3. <https://www.rsl.ru/>
4. Электронная система нормативно-технической документации «Техэксперт»
5. <http://www.iprbookshop.ru/>
6. <https://link.springer.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. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
3. Мельница лабораторная
4. Фотометр (фотоэлектроколориметр)
5. Весы лабораторные электронные

6. Весы аналитические
7. Центрифуга лабораторная
8. Поляриметр круговой СМ-3
9. рН-метр (иономер) Эксперт-001--3.0.1 портативный , с термодатчиком
10. Качалка лабораторная
11. Ротационный вакуумный испаритель