

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Лужанин Владимир Геннадьевич
 Должность: Ректор
 Дата подписания: 20.08.2026 13:51:20
 Уникальный программный ключ:
 d56ba45a9b6e5c64a319e2c5ae3bb2cddb840af0

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Б1.О.25 Методы очистки биологически активных соединений
19.03.01 Биотехнология

Код компетенции	Наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
ОПК-5	Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции	ОПК 5.1	Применяет знания теоретических основ ведения биотехнологических процессов при эксплуатации технологического оборудования, выполнении технологических операций	На уровне знаний: о методах очистки БАС; о технологических процессах, средствах для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции; На уровне умений: Осуществлять управление технологическим процессом в соответствии с регламентом; проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов; На уровне навыков: работы с техническими средствами для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции; по стандартизации готовой продукции в биотехнологических процессах, по управлению биотехнологическим и процессами, по сертификационному
ОПК-5	Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции	ОПК 5.2	Осуществляет управление биотехнологическими процессами	
ОПК-5	Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать	ОПК 5.3	Осуществляет контроль количественных и качественных показателей биотехнологической продукции.	

	количественные и качественные показатели получаемой продукции			испытанию сырья и готовой продукции.
--	---	--	--	--------------------------------------

Тесты по дисциплине «Методы очистки биологически активных соединений», БТ, Вариант 1

№п/п	Задание	Правильный ответ	Компетенция
1	Разновидность жидкостной хроматографии, в которой разделение компонентов основано на распределении молекул в соответствии с их размером между растворителем, находящимся в порах сорбента, и растворителем, протекающим между его частицами А. Эксклюзионная хроматография Б. Аффинная хроматография В. Ионообменная хроматография Г. Газовая хроматография	А	ОПК-5 ОПК-5.1
2	Выберите, биологические методы дезинтеграции клеточных оболочек А. Холодовый шок, газовая декомпрессия, осмотический шок Б. Воздействие фагов, бактериоцинов В. Воздействие литических ферментов Г. Воздействие детергентов, антибиотиков	Б	ОПК-5 ОПК-5.1
3	Укажите последовательность биотехнологического производства 1. Биотехнологическая стадия 2. Разделение жидкости и биомассы 3. Очистка продукта 4. Подготовительная стадия 5. Выделение продуктов биосинтеза 6. Изготовление готовой формы продукта 7. Концентрирование продукта А. 4, 1, 3, 2, 5, 7, 6 Б. 4, 2, 3, 5, 1, 6, 7 В. 4, 1, 2, 3, 5, 7, 6 Г. 4, 1, 2, 5, 3, 7, 6	Г	ОПК-5 ОПК-5.2
4	Выберите правильные определения для методов очистки 1. Диализ 2. Адсорбция 3. Фильтрация 4. Высаливание А. это задерживание взвешенных частиц сетчатой (тканевой) или пористой перегородкой. Б. процесс, в котором через полупроницаемую мембрану (перегородку) могут переходить низкомолекулярные вещества В. это процесс поглощения одного или нескольких	1.-Б; 2.-В; 3.-А; 4.-Г	ОПК-5 ОПК-5.1

	компонентов из газовой смеси или раствора твердым веществом Г. осаждение белков происходит за счет высококонцентрированных нейтральных солей Д. это процесс разделения смеси твердых и жидких веществ с помощью избирательных (селективных) растворителей (экстрагентов).		
5	В хроматографической колонке происходит А. нагревание компонентов анализируемой смеси Б. разделение компонентов анализируемой смеси В. обнаружение компонентов анализируемой смеси Г. разложение компонентов анализируемой смеси	Б	ОПК-5 ОПК-5.1
6	Мембранные методы используют в биотехнологии для 1. концентрирования 2. выделения продуктов 3. очистки А. 2,3 Б. 1,2 В. 1,2,3 Г. 1	В	ОПК-5 ОПК-5.1
7	Наиболее прочные мембраны для ультрафильтрации производят из _____	металлокерамики	ОПК-5 ОПК-5.3
8	Процессы, в которых в качестве сорбента используют микроорганизмы, называют _____	биосорбцией	ОПК-5 ОПК-5.1
9	Верно ли утверждение, что при микрофильтрации на фильтре будут задерживаться вирусы. Напишите ответ: верно или неверно	неверно	ОПК-5 ОПК-5.3
10	Время набухания сефадекса G-75 _____ часа	24	ОПК-5 ОПК-5.3
11	Важная характеристика ионитов – истираемость. Наиболее прочными считаются материалы, процент истираемости которых не превышает _____	0,5	ОПК-5 ОПК-5.3
12	это нерастворимые в воде органические или неорганические вещества, содержащие активные группы с подвижными ионами и способные обменивать эти ионы на ионы растворов при контакте с ними	иониты	ОПК-5 ОПК-5.1
13	После дезинтеграции клеточных оболочек действующее вещество перешло в жидкую фазу. Для отделения действующего вещества был предложен метод диализа. Какие вещества можно разделить с помощью метода диализа?	высокомолекулярные соединения	ОПК-5 ОПК-5.2
14	Движущая сила процесса диализа является разность _____	концентраций	ОПК-5 ОПК-5.1
15	Слой ионита в ионообменном оборудовании может	разряженны	ОПК-5

	быть плотным или _____	м	ОПК-5.3
16	В _____ хроматографической колонке происходит _____ анализируемой смеси	разделение	ОПК-5 ОПК-5.1
17	Процесс _____ многократного _____ противоточного контактирования встречных неравновесных потоков пара и жидкости с целью разделения жидких гомогенных смесей на фракции	ректификац ия	ОПК-5 ОПК-5.1
18	В данном оборудовании образуются пузыри, которые поднимаются вверх и захватывают микроорганизмы. Далее пена переваливается через стенку внутреннего цилиндра и отстаивается в кольцевом зазоре внешнего. При этом пузыри разрушаются. Образуется обогащенная по биомассе жидкость. Напишите оборудование.	Флотатор	ОПК-5 ОПК-5.2
19	Верно ли утверждение что, в ионообменных смолах в качестве мостикосшивающего агента используют дивинилбензол. Напишите слово: верно или неверно	верно	ОПК-5 ОПК-5.3
20	Хроматофокусирование — метод _____ хроматографии, основанный на элюировании с внутренним (создаваемым внутри колонки) градиентом pH.	ионообменн ой	ОПК-5 ОПК-5.1

Тесты по дисциплине «Методы очистки биологически активных соединений», БТ, Вариант 2

№п/п	Задание	Правильный ответ	Компетенции
1	Сефароза – это А. носитель Б. антиген В. антитело Г. лиганд	Г	ОПК-5 ОПК-5.3
2	Процесс мембранного разделения, а также фракционирования и концентрирования веществ, осуществляемый путем фильтрования жидкости под действием разности давлений до и после мембраны. А. Ультрафильтрация Б. Высаливание В. Коагуляция Г. Диализ	А	ОПК-5 ОПК-5.1
3	Укажите порядок установки и выполнения действия 1. Заполнение колонки гелем 2. Определение свободного объема колонки 3. Нанесение образца 4. Сбор фракций 5. Набухание геля А. 1, 5, 2, 3, 4 Б. 5, 2, 1, 3, 4 В. 2, 1, 5, 3, 4 Г. 1, 2, 3, 5, 4	Б	ОПК-5 ОПК-5.2

4	Коэффициент распределения показывает, что 1. $K=0$ 2. $0 < K < 1$ 3. $K=1$ А. лишь частично проникает в гранулы геля Б. равномерно распределяется внутри и вне гранул В. полностью поглощается гелем Г. совершенно не проникает в гранулы геля	1.-Г; 2.-А; 3.-Б	ОПК-5 ОПК-5.3
5	Для ускорения процесса микрофльтрации А. добавляют ПАВ Б. повышают температуру В. повышают вязкость жидкости Г. резко снижают температуру во время фильтрования	Б	ОПК-5 ОПК-5.2
6	Ультрафилтратационные установки и аппараты подразделяют на 1. плоскорамные 2. с полыми волокнами 3. рулонные 4. трубчатые А. 1,3 Б. 2,4 В. 3,4 Г. 1,2,3,4	Г	ОПК-5 ОПК-5.1
7	Захват биомассы микроорганизмов пузырьками пены и выделение ее из пенной массы – это _____	флотация	ОПК-5 ОПК-5.1
8	В процессах ионообмена процесс десорбции имеет название _____	элюция	ОПК-5 ОПК-5.1
9	Сефадексы можно хранить в виде суспензии или в сухом виде. Напишите, место хранения сефадексов.	холодильник	ОПК-5 ОПК-5.2
10	Полимерные мембраны для ультрафльтрации являются обычно _____	двуслойные	ОПК-5 ОПК-5.1
11	Напишите, сорбент, который не требует процесса набухания	биоглас	ОПК-5 ОПК-5.2
12	Процесс разрушения клеточных оболочек	дезинтеграция	ОПК-5 ОПК-5.1
13	Вещество, на поверхности которого происходит разделение и концентрирование анализируемых веществ в методе хроматографии, называется _____	сорбент	ОПК-5 ОПК-5.1
14	Для очистки интерферонов используют _____ хроматографию	аффинную	ОПК-5 ОПК-5.1
15	В анализируемой смеси находятся белки разной молекулярной массы: 1) $40 \cdot 10^6$ Да, 2) $20 \cdot 10^6$ Да, 3) $4 \cdot 10^6$ Да. Выберите молекулярную массу белка, которая максимально задержится в порах геля при гель-хроматографии. Напишите цифру	3	ОПК-5 ОПК-5.3
16	Метод осаждения белков происходит за счет высококонцентрированных нейтральных солей	высаливание	ОПК-5 ОПК-5.1
17	Верно ли утверждение, что биосорбенты используют для извлечения металлов из растворов.	верно	ОПК-5 ОПК-5.1

	Напишите слово: верно или неверно		
18	Верно ли утверждение, что для устранения недостатков ситовой фильтрации (быстрое забивание пор) направление потока жидкости в таких фильтрах перпендикулярно фильтровальной перегородке. Напишите слово: верно или неверно	неверно	ОПК-5 ОПК-5.2
19	Если количество анализируемой смеси оказывается слишком маленьким, то использовать адекватную колонку не получится. В этом случае применяют метод _____	иммунопреципитации	ОПК-5 ОПК-5.2
20	Перколятор используется для _____ действующих веществ из лекарственного растительного сырья	экстракции	ОПК-5 ОПК-5.1

Тесты по дисциплине «Методы очистки биологически активных соединений», БТ, Вариант 3

№п/п	Задание	Правильный ответ	Компетенции
1	Для ускорения процесса микрофильтрации А. добавляют ПАВ Б. повышают температуру В. повышают вязкость жидкости Г. резко снижают температуру во время фильтрования	Б	ОПК-5 ОПК-5.2
2	Активация сефарозы осуществляется А. раствором бромциана Б. раствором калия бромидом В. раствором натрия хлоридом Г. раствором хлороводородной кислоты	А	ОПК-5 ОПК-5.2
3	Процесс ионного обмена состоит из следующих стадий 1. ионы раствора переносятся к поверхности гранулы ионита 2. непосредственная реакция ионного обмена 3. диффузия ионов внутри гранулы 4. диффузия противоиона, вытесняемого изнутри к поверхности гранулы 5. перенос противоиона с поверхности гранулы в объем раствора А. 2, 3, 1, 4, 5 Б. 4, 1, 2, 3, 5 В. 1, 3, 2, 4, 5 Г. 1, 4, 3, 2, 5	В	ОПК-5 ОПК-5.2
4	Выделение металла при биосорбции осуществляется 1. десорбцией в мягких условиях 2. биомасса вновь используется 3. десорбцией в жестких условиях 4. биомассу в дальнейшем не используют А. 1, 2 Б. 3, 4	А	ОПК-5 ОПК-5.2

	В. 1, 4 Г. 2, 3		
5	Установите соответствие 1. Аффинная хроматография 2. Отстаивание 3. Ионообменная хроматография 4. Эксклюзионная хроматография А. размер пор Б. заряд В. леганд Г. мембрана Д. силы тяжести	1.-В; 2.-Д; 3.-Б; 4.-А	ОПК-5 ОПК-5.1
6	Методы, использующие для разделения плотность частиц 1. Отстаивание 2. Гидроциклонирование 3. Центрифугирование 4. гель-хроматографирование А. 1,2,3 Б. 1,2 В. 2, 4 Г. 4	А	ОПК-5 ОПК-5.1
7	При обычной фильтрации поток фильтруемой жидкости среды направлен _____ поверхности фильтра	перпендикулярно	ОПК-5 ОПК-5.2
8	Размер пор для стерилизующей фильтрации	0,22 мкм	ОПК-5 ОПК-5.1
9	Данный процесс используется для выделения веществ из лекарственного растительного сырья с помощью подходящих жидкостей	экстракция	ОПК-5 ОПК-5.1
10	Верно ли утверждение, что движущей силой процесса ультрафильтрации является перепад давления на мембране. Напишите ответ: верно или неверно	верно	ОПК-5 ОПК-5.3
11	Селективность ионита растёт с _____ заряда противоиона	увеличением	ОПК-5 ОПК-5.2
12	В анализируемой смеси находятся белки разной молекулярной массы: 1) $40 \cdot 10^6$ Да, 2) $20 \cdot 10^6$ Да, 3) $4 \cdot 10^6$ Да. Выберите молекулярную массу белка, которая не будет задерживаться в порах геля при гель-хроматографии. Напишите цифру	1	ОПК-5 ОПК-5.3
13	Для улучшения скорости фильтрации в биотехнологии часто используют фильтровальные порошки (кизельгур, перлит, диатомит). Можно данные порошки для утилизации скормить животным. Напишите слово: можно или нельзя	нельзя	ОПК-5 ОПК-5.3
14	В аффинной хроматографии для специфического связывания действующих веществ с сорбентом в колонке используется _____	лиганд	ОПК-5 ОПК-5.1
15	Микробные клетки могут сорбировать металлы. Серебро, уран и ртуть клетка сорбирует по	верно	ОПК-5 ОПК-5.1

	привычке. Напишите: верно или неверно		
16	Данное оборудование имеет полый вал, неподвижный корпус с размещенным в нем конических тарелок, находящихся одна над другой так, что образуется коническое пространство. Жидкость попадает через полый вал и далее на конические тарелки. При вращении биомасса отбрасывается от центра вращения, создавая сгущенный слой. Данное оборудование называется_____	сепаратор	ОПК-5 ОПК-5.3
17	В данном фильтре направление потока жидкости параллельно фильтровальной перегородке, в качестве материала используется металлокерамика, которая позволяет проводить очистку, тепловую стерилизацию.	Осветляющий	ОПК-5 ОПК-5.3
18	Способность увеличивать объем ионообменной смолы при контакте с водой называется_____	набухаемость	ОПК-5 ОПК-5.1
19	Если коэффициент распределения равен 0 в гель-фильтрации, это значит, что вещество _____ в поры геля (проникает или не проникает).	не проникает	ОПК-5 ОПК-5.2
20	Общее количество всех ионообменных групп в единице объема ионита называется _____ обменной емкостью	полной	ОПК-5 ОПК-5.1

Текущий контроль

Опрос устный

№ п/п	Вопрос	Правильный ответ	Компетенция
1.	Назовите цель очистки	Цель очистки – это – извлечение БАВ из нативной жидкости или из клеток продуцента, концентрация его и освобождение (собственно очистка) от сопутствующих примесей и в конечном счете получение высоко очищенного препарата, пригодного для соответствующего применения.	ОПК-5, ОПК-5.1
2.	Назовите методы, используемые для очистки БАС?	Для очистки БАС используют много метод. Они классифицируются по многим признакам. Для разделения по плотности частиц можно использовать отстаивание, гидроциклонирование, центрифугирование, ультрацентрифугирование. По размеру частиц можно использовать методы фильтрования. По способности захвата частиц пузырьками воздуха – флотация. По растворимости – методы экстракции. По диффузионной способности - обратный осмос, диализ и электродиализ. Ионный заряд для разделения можно использовать в ионном обмене и коагуляции. Для более высокой очистки используют методы хроматографии.	ОПК-5, ОПК-5.1, ОПК-5.2
3.	Дайте определение методу осаждения	Осаждение – это процесс, при котором при добавлении некоторых реагентов или при	ОПК-5, ОПК-5.1, ОПК-5.2

		изменении физико-химических условий происходит расслоение систем под действием силы тяжести дисперсной фазы в виде нерастворимого осадка.	
4.	Какие соли применяют для осаждения белков в методе высаливания?	В методе высаливания осаждение белков происходит за счет высококонцентрированных нейтральных солей (сульфат аммония или сульфат натрия)	ОПК-5, ОПК-5.1, ОПК-5.2
5.	Для какой цели применяют процесс центрифугирования?	Процесс центрифугирования используют в том случае, когда: • Процесс фильтрации исходной суспензии осуществляется с низкой скоростью • Необходимость реализации непрерывного процесса разделения	ОПК-5, ОПК-5.1, ОПК-5.2
6.	Дайте определение методу флотация	Флотация – это выделение клеток микроорганизмов из культуральной жидкости за счет адгезии (прилипания) микроорганизмов к поднимающимся в жидкости пузырькам воздуха и затем сбора пены и ее конденсации (коалесценции).	ОПК-5, ОПК-5.1
7.	Назовите факторы, влияющие на выбор метода очистки	• Свойства культуральной жидкости (вязкость, pH, температура и др.) • Свойства выделяемого продукта (термоллабильность, стойкость к различным химическим элементам и др.) • Требование к конечной форме продукта (общая и биологическая концентрация, лекарственная форма, степень чистоты и степень концентрирования) • Технологические и технико-экономические показатели (выход продукта, производительность оборудования, необходимость дальнейшей обработки продукта и т.д.)	ОПК-5, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
8.	Назовите группы методов для выделения в твердом и растворенном виде	Существуют две группы методов: I. Для целевого продукта в виде твердой фазы используются: 1. Осаждение (седиментация) 2. Флотирование 3. Фильтрация (микрофильтрация или ультрафильтрация) 4. Центрифугирование 5. Сепарирование II. Для целевого продукта в растворенном виде используются: 1. Экстракция 2. Адсорбция, ионный обмен 3. Ректификация, отгонка 4. Кристаллизация 5. Диализ 6. Упаривание	ОПК-5, ОПК-5.1

9.	Дайте определение процессу сорбции. Сорбент, сорбтив, сорбат	<i>Сорбция</i> представляет собой сложный физико-химический процесс, который можно рассматривать как сумму более простых процессов - адсорбции и абсорбции. Сорбционные методы представляют собой выделение растворенного в жидкой фазе компонента с помощью твердофазного сорбента. Далее следует отделение твердой фазы от рафината – раствора, из которого извлечен растворенный компонент и последующая десорбция этого компонента из сорбента в новую жидкость, отличающуюся от исходного раствора. Вещества, составляющие неподвижную фазу, называются <i>сорбентами</i>. <i>Сорбат</i> - подвижная фаза выполняет функции растворителя и носителя анализируемой смеси веществ, переведенной в газообразное или жидкое состояние. Вещество, способное поглощать другое вещество, называется <i>адсорбентом</i>; вещество, которое адсорбируется, называется <i>адсорбтивом</i>, а уже адсорбированное вещество - <i>адсорбатом</i>. Процесс, обратный адсорбции, называется <i>десорбцией</i>.	ОПК-5, ОПК-5.1
10.	Назовите механизм биосорции	Микроорганизмы обладают биохимическими механизмами сорбции металлов, позволяющими достигать концентраций металлов в миллионы раз больших по сравнению с их концентрацией в жидкости. Некоторые из металлов входят в состав ферментов и нужны клеткам, поэтому сорбция железа, магния, цинка, меди – нормальная функция клеток. Серебро, ртуть, уран клетке не нужны, она сорбирует их «по привычке». В раствор с металлами добавляется суспензия с микроорганизмами; Образуется комплекс металл-микроорганизм; Биомасса с сорбированным металлом отделяется от суспензии одним из методов разделения. Металлы могут связываться растущими, мертвыми или разрушенными клетками(часто высушенными). Сухие клетки имеют высокую удельную поверхность взаимодействия сорбента с жидкостью. Выделение металла происходит за счет десорбции с возможностью последующего многократного использования биомассы или путем деструктурирования биомассы добавлением крепкой кислоты, щелочи или пиролизом.	ОПК-5, ОПК-5.1 ОПК-5.2

11.	Какие виды хроматографии Вы знаете?	<pre> graph TD A[Планарная] --> B[Тонко-слойная] A --> C[Бумажная] D[Колончатая] --> E[Жидкостная] D --> F[Газовая] D --> G[Сверхкритическая флюидная] E --> H[Обращенно-фазовая] E --> I[Нормально-фазовая] E --> J[Ионообменная] E --> K[Ион-парная] E --> L[Эксклюзионная] E --> M[Хиральная энантиоселективная] </pre>	ОПК-5, ОПК-5.1
12.	Процесс разделения аффинной хроматографии	- Рабочий раствор, содержащий вещество, которое необходимо выделить, пропускают через сорбент; лиганд, нанесенный на матрицу-сорбент. - Лиганд из всей смеси веществ выбирает «свое» вещество и образует с ним биоспецифический комплекс, удерживает это вещество; - Далее происходит его концентрирование (накопление); все остальные компоненты смеси пройдут через колонку, не задерживаясь.	ОПК-5, ОПК-5.2
13.	Напишите схему иммобилизации белка на сефарозе	Схема иммобилизации белка на BrCN-активированной сефарозе $\begin{array}{c} \text{—OH} \\ \\ \text{—OH} \end{array} \text{ (сефароза)} + \text{CNBr} \rightarrow \begin{array}{c} \text{—O—C}\equiv\text{N} \\ \\ \text{—OH} \end{array} \text{ (неустойчивый цианат)} \rightarrow \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{—O—C—NH}_2 \\ \\ \text{—OH} \end{array} \text{ (неактивный карбамат)}$ $\begin{array}{c} \text{белок—NH}_2 \\ \curvearrowright \end{array} \begin{array}{c} \text{—O—C}\equiv\text{N} \\ \\ \text{—O—C=NH}_2 \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{—O—C—NH—белок} \\ \\ \text{—OH} \end{array} \text{ (производное изомочевины)}$ $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N—белок} \\ \curvearrowright \end{array} \begin{array}{c} \text{—O—C}\equiv\text{N} \\ \\ \text{—O—C=NH}_2 \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{—O—C—NH—белок} \\ \\ \text{—OH} \end{array} \text{ (N-замещенный карбамат)}$	ОПК-5, ОПК-5.1, ОПК-5.2
14.	В каких случаях используют иммунопреципитацию?	Иммунопреципитацию используют в тех ситуациях, когда из-за малого количества исследуемого вещества оказывается технически сложным создать адекватную по размерам аффинную колонку.	ОПК-5, ОПК-5.1, ОПК-5.2
15.	Дайте определение: иониты	Иониты - это нерастворимые в воде органические или неорганические вещества, содержащие активные группы с подвижными ионами и способные обменивать эти ионы на ионы	ОПК-5, ОПК-5.1

		растворов при контакте с ними	
16.	Перечислите параметры ионитов	Иониты характеризуются следующими параметрами: • гранулометрический состав; • механическая прочность; • осмотическая прочность; • химическая стойкость; • селективность; • плотность ионита; • термическая стойкость • сорбционная способность	ОПК-5, ОПК-5.1, ОПК-5.2
17.	Перечислите показатели способности ионитов к ионному обмену	1. ПОЕ (полная (общая) обменная емкость) – общее количество всех ионообменных групп в единице объема ионита (мг-экв/л). 2. ПДОЕ (полная динамическая обменная емкость) – это количество ионов, которое может поглотить ионит до момента полного насыщения. Определяется по полному прекращению извлечения данного иона из раствора, т.е. в момент выравнивания концентрации поглощаемого иона в растворе и фильтрате при пропускании раствора через колонку с ионитом (мг-экв/л). 3. ДОЕ (динамическая обменная емкость) – это количество ионов, которое может поглотить ионит до момента проскока ионов за фильтр, т.е. это емкость ионита, определяемая по появлению данного иона в вытекающем из колонки растворе (по «проскоку») (мг-экв/л). 4. РОЕ (рабочая обменная емкость) – как правило, принимается равной величине ДОЕ, т.к. в производственных условиях рабочий цикл ионообменного фильтра заканчивается именно при появлении ионов в фильтрате, т.е. при «проскоке» ионов за фильтр (мг-экв/л). 5. СОЕ или РСОЕ (равновесная статическая обменная емкость) – величина ионного обмена между противоионами навески ионита и противоионами из раствора в условиях установившегося равновесия, т.е. когда раствор и ионит находятся в контакте в статистических условиях достаточное время для установления равновесия (мг-экв/г). Определяется выдерживанием точно отмеренного количества ионита в 0,1 н растворе соляной кислоты (для анионитов) или едкого натра (для катионитов) с дальнейшим титрованием раствора. 6. ПСОЕ (полная статическая обменная емкость) определяется аналогично СОЕ, но при этом должен происходить не только обмен противоионами между раствором и ионитом, но и образование труднодиссоциирующего соединения.	ОПК-5, ОПК-5.2
18.	Перечислите стадии	Процесс ионного обмена состоит из следующих	ОПК-5, ОПК-

	процесса ионного обмена	стадий: • ионы раствора переносятся к поверхности гранулы ионита; • диффузия ионов внутри гранулы; • непосредственная реакция ионного обмена; • диффузия противоиона, вытесняемого изнутри к поверхности гранулы; • перенос противоиона с поверхности гранулы в объем раствора.	5.2
19.	Дайте определение: хроматофокусирование	Хроматофокусирование – метод ионообменной хроматографии, основанный на элюировании с внутренним (создаваемым внутри колонки) градиентом pH. В настоящее время используют две техники формирования градиентов pH – «классическое» хроматофокусирование и индуцирование.	ОПК-5, ОПК-5.1
20.	Дайте определение: эксклюзионная хроматография	Эксклюзионная хроматография – это разновидность жидкостной хроматографии, в которой разделение компонентов основано на распределении молекул в соответствии с их размером между растворителем, находящимся в порах сорбента, и растворителем, протекающим между его частицами.	ОПК-5, ОПК-5.1
21.	Дайте определение: диапазон фракционирования	Диапазон фракционирования – это диапазон молекулярных масс, которые способны частично проходить в поры сорбента, т.е. молекулы в пределах этого диапазона могут быть разделены с высоким разрешением.	ОПК-5, ОПК-5.1
22.	Нарисовать схему гель-хроматографии	Схема гель-фильтрации	ОПК-5, ОПК-5.1, ОПК-5.2
23.	Коэффициент распределения. Что он показывает?	Для конкретного вида геля распределение анализируемого вещества в растворителе внутри и снаружи частиц геля определяется коэффициентом распределения K_d , который зависит от размера молекул вещества. Если молекулы крупные, в растворителе внутри частиц геля их не будет совсем; величина K_d в этом случае равна 0. Если молекулы вещества достаточно малы и могут беспрепятственно проникать внутрь частиц геля, K_d будет равен 1. Поскольку размеры пор варьируют, молекулы среднего размера будут проникать в	ОПК-5, ОПК-5.1, ОПК-5.2

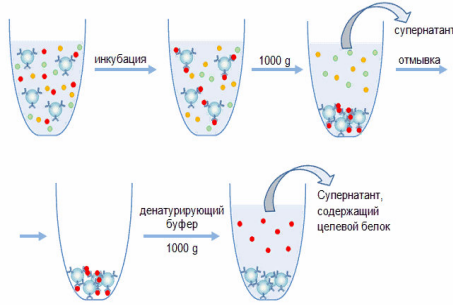
		растворитель, находящийся в порах, лишь частично; следовательно, величина K_d в этом случае будет лежать между 0 и 1. Это позволяет разделять на данном геле вещества, молекулярные веса которых различаются лишь весьма незначительно.	
24.	Сколько необходимо времени для набухания сефадекса G-25?	Набухает в течение 8-10 ч	ОПК-5, ОПК-5.2
25.	Условия хранения сефадексов	Сефадексы можно хранить в виде суспензии или в сухом виде. Суспензию сефадекса можно хранить в холодильнике в присутствии антисептиков: 0,02% азид натрия, мертиолата или хлороформа. Для перевода геля в сухое состояние сефадекс сначала промывают водой для удаления солей, а затем выдерживают с 2-кратным объемом 50% этанола, после фильтрования сефадекс выдерживают в 2-кратным объемом 96% этиловым спиртом. Обработку последним повторяют несколько раз. Осадок высушивают в термостате при 60-80°C.	ОПК-5, ОПК-5.2
26.	Определение понятия «фильтрация»	Пропускание жидкости через мембранный слой для очистки жидкости от нерастворимых частиц.	ОПК-5, ОПК-5.1
27.	Формула, описывающая скорость фильтрации	Закон фильтрации жидкости в пористой среде, выражающий линейную зависимость скорости фильтрации от напорного градиента $w = - \frac{k}{n} \cdot \text{grad}P$, где w - скорость фильтрации, P - давление, k - коэффициент проницаемости, n - динамическая вязкость.	ОПК-5, ОПК-5.1, ОПК-5.2
28.	Формула, описывающая сопротивление процесса фильтрации	$\omega = \frac{dV}{F d\tau} = \frac{\Delta P}{\mu R_\phi}$	ОПК-5, ОПК-5.1, ОПК-5.2
29.	Способы ускорения процесса фильтрации	Увеличение поверхности фильтрации Увеличение разности давлений над и под фильтрующей перегородкой Уменьшение толщины слоя осадка Уменьшение вязкости жидкой фазы	ОПК-5, ОПК-5.1, ОПК-5.2
30.	Классификация аппаратов по принципу создания движущей силы	- избыточное давление (в том числе, давление столба жидкости) - вакуум	ОПК-5, ОПК-5.1
31.	Принцип работы нутч-филтра	В нутч-филтре разрежение создается вакуумным насосом. Под влиянием силы тяжести, разницы давлений в большой верхней и маленькой нижней части сосуда пульпа проходит через перегородку с фильтрующим элементом. Жидкая составляющая уходит через выпускной патрубок вниз. Твердые частицы оседают на фильтре, откуда затем извлекаются.	ОПК-5, ОПК-5.2
32.	Назовите вспомогательное оборудование	насосы, фильтры механической очистки, аппаратура для предварительной и последующей	ОПК-5, ОПК-5.2

	фильтровальной установки	обработки воды, баки для раствора и фильтрата, датчики и приборы автоматического управления и контроля, соединительную арматура (трубопроводы), - крепежные элементы.	
33.	Способы уменьшения загрязнения мембран	- повышение температуры (вследствие чего снижается вязкость и увеличивается концентрация гелеобразования), - применение электрического поля, - использование высоких скоростей тангенциального потока, - применение пульсационного режима фильтрации.	ОПК-5, ОПК-5.2
34.	Дайте определение термину «мембрана»	Высокопористая или беспористая, плоская или трубчатая перегородка, изготовленная из полимерных или неорганических материалов и способная эффективно разделить частицы различных видов (ионы, молекулы, макромолекулы и т.д), находящиеся в смеси или растворе.	ОПК-5, ОПК-5.1
35.	Особенности ультрафильтрации	Средний размер пор мембраны 0,01 мкм. Применяется для полного удаления из раствора микроорганизмов, включая вирусы и макромолекулы.	ОПК-5, ОПК-5.2
36.	Дайте определение диафильтрации	Процесс разбавления, который включает удаление или разделение компонентов (проницаемых молекул, таких как соли, небольшие белки, растворители и т.д.) из раствора на основе их молекулярного размера с использованием фильтров, проницаемых для макромолекул, для получения чистого раствора.	ОПК-5, ОПК-5.1
37.	Теоретические основы диализа	Движущая сила - разность концентраций по обе стороны полупроницаемой мембраны. Уравнение процесса: $J = Dd\Delta C$, где: J – количество вещества, перенесенного через мембрану за единицу времени; Dd – коэффициент диализа, S – площадь поверхности мембраны; ΔC – разности концентраций переносимого вещества по обе стороны мембраны.	ОПК-5, ОПК-5.1
38.	Основные характеристики мембран	- селективность; - коэффициент концентрирования по объему; - удельная производительность (проницаемость)	ОПК-5, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3

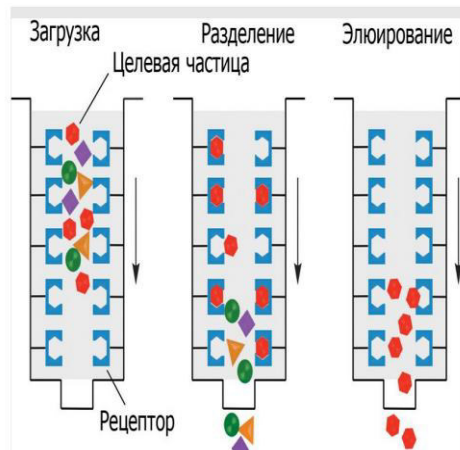
Письменный опрос

№	Вопрос	Ответ	Компетенция
1	1. Адсорбция	Самопроизвольное концентрирование на твердой или жидкой поверхности раздела	ОПК-5

		фаз вещества с меньшим поверхностным натяжением	
	2. Как называется сорбция, когда поглощаемое вещество находится в газообразной или жидкой фазе, приведено в контакт с неподвижным сорбентом или перемешивается с ним?	Статическая сорбция (статический способ сорбции)	ОПК-5
	3. Что является сорбентом в биосорбции?	Микроорганизмы, клетки и их компоненты	ОПК-5
2	1. Адсорбент	Адсорбирующее вещество	ОПК-5
	2. Самопроизвольное концентрирование на твердой или жидкой поверхности раздела фаз вещества с меньшим поверхностным натяжением – это...	Адсорбция	ОПК-5
	3. Верно или неверно утверждение – физическая адсорбция не требует энергии	Верно	ОПК-5
3	1. Адсорбтив	Адсорбируемое вещество	ОПК-5
	2. Поглощение газов или пара всем объемом твердого вещества – это...	Абсорбция	ОПК-5
	3. Верно или неверно утверждение – физическая адсорбция необратима	неверно	ОПК-5
4	1. Абсорбция	Поглощение газов или пара всем объемом твердого вещества	ОПК-5
	2. Процесс адсорбции, который протекает под действием сил основных валентностей – это...	Хемосорбция	ОПК-5
	3. Верно или неверно утверждение - физическая адсорбция требует энергии	неверно	ОПК-5
5	1. Адсорбат	Адсорбируемое вещество	ОПК-5
	2. Процесс сжижения пара в порах твердого сорбента – это...	Капиллярная конденсация	ОПК-5
	3. Верно или неверно утверждение – серебро необходимо клетке для жизнедеятельности	неверно	ОПК-5
6	1. Капиллярная конденсация	Процесс сжижения пара в порах твердого сорбента	ОПК-5
	2. Адсорбируемое вещество – это...	Адсорбат, адсорбтив	ОПК-5
	3. Как называется сорбция, где используют антитела в качестве сорбента?	иммуносорбция	ОПК-5
7	1. Хемосорбция	Процесс адсорбции, который протекает под действием сил основных валентностей	ОПК-5
	2. Как называется сорбция, когда поглощенное вещество находится в подвижной жидкой или газообразной фазе, которая фильтруется через слой сорбента?	Динамическая сорбция (Динамический способ сорбции)	ОПК-5
	3. Верно или неверно утверждение	неверно	ОПК-5

	– методами хроматографии нельзя разделить сложные смеси близких по составу		
8	1. Десорбция	Явление, при котором вещество высвобождается с поверхности или на поверхность	ОПК-5
	2. Как называются адсорбенты, способные сорбировать вещества, имеющие ионную природу?	Ионообменные смолы (иониты)	ОПК-5
	3. Верно или неверно утверждение – уран сорбируется клеткой «по привычке»	верно	ОПК-5
9	1. Аффинная хроматография – это	(от латинского слова <i>affinis</i> – «смежный», «родственный») основана на аффинных взаимодействиях, которые представляют собой образование высоко специфических связей между молекулой-разделителем (лигандом или аффинантом) и целевой молекулой.	ОПК-5
	2. Что такое лиганд?	Лиганды – соединения, ковалентно связанные с матрицей, биоспецифически (комплементарно) взаимодействующие с выделяемыми соединениями.	ОПК-5
10	1. Нарисуйте схему иммунопреципитации		ОПК-5
	2. Что такое сепароза?	Гелеобразный состав на основе агарозы (адсорбент)	ОПК-5
11	1. Аффинная преципитация – это	Иммунопреципитация, или экстракция в объеме. Иммунопреципитацию используют при работе с незначительными (нано- и микрограммы) количествами вещества. При этом объем аффинного носителя обычно не превышает сотен микролитров, а объем исследуемого образца – нескольких миллилитров. То есть, иммунопреципитацию используют в тех ситуациях, когда из-за малого количества исследуемого вещества оказывается технически сложным создать адекватную по размерам аффинную колонку. При аффинной преципитации вещество прикрепляется к растворимому носителю. При добавлении смеси, содержащей очищаемый белок, образуется комплекс, который выпадает в осадок.	ОПК-5
	2. Преимущества аффинной хроматографии	Достоинства 1. Высокая избирательность 2. Эффект концентрирования искомого вещества 3. связывание вещества с сорбентом происходит в мягких условиях, не	ОПК-5

		угрожающих структуре (нативности) вещества 4. высокий выход очищаемых веществ, обусловленный отделением гидролитических ферментов на первой стадии 5. можно использовать большие объемы исходных препаратов; в ходе ступенчатой элюции происходит концентрирование	
12	1. Аффинное разделение – это	Аффинное разделение Для отделения и очистки в биотехнологии применяют и аффинное разделение, которое основано на применении двух водорастворимых полимеров (например полиэтиленгликоля – 6000, имеющего специфические лиганды, и высокомолекулярного декстрана, обладающего родством к примесям).	ОПК-5
	2. Чем активируют сефарозу?	Раствором бромциана	ОПК-5
13	1. Что такое лиганд?	Лиганды – соединения, ковалентно связанные с матрицей, биоспецифически (комплементарно) взаимодействующие с выделяемыми соединениями.	ОПК-5
	2. Принцип метода аффинной хроматографии	Десорбция разных по сродству к сорбенту веществ протекает с разной скоростью. Сначала в поток перейдут вещества менее связанные сорбентом, а затем более трудно десорбируемые. Измеряя концентрацию вещества в потоке элюента по времени, можно наблюдать ряд пиков различной высоты, разделенных участками низкой концентрации.	ОПК-5
14	1. Виды связи лиганда на матрице.	Биологическое взаимодействие между лигандом и молекулой-мишенью может быть результатом образования: 1. Водородных связей 2. Электростатического взаимодействия 3. Ван-дер-Ваальсового взаимодействия 4. Гидрофобного взаимодействия	ОПК-5
	2. Чем заполняют хроматографическую колонку для проведения аффинной хроматографии?	Колонку заполняют адсорбентами. В качестве адсорбентов применяют следующие вещества: Гелеобразные составы на основе агарозы – полисахарида, получаемого из агара. Наиболее часто используют 3 разновидности: сефарозу 4 В, CL (считая агароза) и аффи-гель.	ОПК-5

15	1. Нарисуйте схему аффинной хроматографии		ОПК-5
	2. Перечислите сложности метода аффинной хроматографии.	Во избежание неспецифической сорбции посторонних примесей (компонентов смеси), оставшиеся незанятыми центры связывания носителя и антител блокируют.	ОПК-5
16	Какими методами получают ионообменные смолы?	Получают смолы полимеризацией и поликонденсацией	ОПК-5
17	Продолжите предложение «Набухаемость ионита больше, если больше в смоле...»	гидрофильных групп	ОПК-5
18	Как расшифровывается ПОЕ?	ПОЕ (полная (общая) обменная емкость) – общее количество всех ионообменных групп в единице объёма ионита (мг-экв/л).	ОПК-5
19	При выборе между сильным и слабым ионообменником для низкомолекулярных ионов предпочтение отдают...	Для низкомолекулярных ионов и цвиттер-ионов предпочтение отдают сильным мелкопористым смолам высокой емкости.	ОПК-5
20	Размер пор для фильтрования буферного раствора	0,45 или 0,22 мкм	ОПК-5
21	Стандартные условия для хранения колонок	Стандартные условия – 20% этанол при 4°C	ОПК-5

Ситуационные задачи

№	Вопрос	ответ	Компетенция
1.	Расположите катионы солей CaCl_2 , Na_2SO_4 , KCl , FeCl_3 , LiNO_3 в ряд по увеличению способности поглощаться их H^+ -формой катионита из водных растворов. Как изменится этот ряд, если растворители будут слабо полярными ?	Адсорбционная способность ионов зависит от величины заряда и радиуса. Чем больше заряд иона, тем сильнее он проявляет способность к ионному обмену. Для ионов одинакового заряда максимальную ионообменную способность проявляют те ионы, радиус которых в гидратированном состоянии меньше. Поэтому способность поглощаться катионитами из водных растворов возрастает в ряду ионов: $\text{Li}^+ < \text{Na}^+ < \text{K}^+ < \text{Ca}^{2+} < \text{Fe}^{3+}$ В слабо полярных растворителях надо учитывать радиус несольватированных ионов, поэтому способность ионов	ОПК-5

		поглощаться катионитами возрастает в следующем ряду: $K^+ < Na^+ < Li^+ < Ca^{2+} < Fe^{3+}$	
2.	На титрование 0,50 г воздушно-сухого сильнокислотного катионита с сульфатными группами – SO_3H пошло 25,5 мл 0,100 М раствора гидроксида натрия. Вычислите обменную емкость катионита, если массовая доля воды в образце составляет 8%.	Обменную емкость ионитов (ОЕ) характеризуют количеством эквивалентов (ммоль) активных групп (или противоионов), содержащихся в 1 г сухого ионита и способных обмениваться в растворе на эквивалентное количество ионов того же знака. 1. Реакция ионного обмена протекает по уравнению: $R-SO_3H + NaOH \rightleftharpoons R-SO_3Na + H_2O$ Из этого уравнения видно, что обмен происходит между H^+ и Na^+ в эквивалентных количествах. Следовательно, количество NaOH равно количеству ионов H^+, содержащихся в сухом катионите. 2. Находим массу сухого катионита: $m(\text{сухого катионита}) = m(\text{катионита}) \times w(\text{катионита}) = 0,5 \times 0,92 = 0,46 \text{ (г)}$ 3. Рассчитаем ОЕ катионита, исходя из ее определения: $OE = \frac{n(H^+)}{m(\text{сухого катионита})} = \frac{C(NaOH) \cdot V(NaOH)}{m(\text{сухого катионита})} = \frac{25,5 \cdot 0,100}{0,46} = 5,54 \text{ (ммоль/г)}$	ОПК-5
3.	Через колонку с катионитом в H^+ – форме пропустили 20.00 мл раствора KCl. Элюат оттитровали 15.00 мл 0.1 М раствора NaOH. Определить содержание KCl в анализируемом растворе.	При пропускании через катионит в H^+ – форме раствора KCl в результате ионообменной реакции $(RH + KCl \rightleftharpoons RK + HCl)$ в элюате появляется соляная кислота, количество которой эквивалентно количеству соли, $\left(C_H \cdot V \right)_{HCl} = \left(C_H \cdot V \right)_{KCl}$ т.е. При титровании кислоты раствором щелочи справедливо равенство: $\left(C_H \cdot V \right)_{HCl} = \left(C_H \cdot V \right)_{NaOH}$	ОПК-5

		$\left(C_H \cdot V\right)_{KCl} = \left(C_H \cdot V\right)_{NaOH}$ или Тогда, содержание KCl в анализируемом растворе рассчитывают следующим образом: $m(KCl) = \left(C_H \cdot V\right)_{NaOH} \cdot M_3(KCl) = 18 \cdot 0.1 \cdot 74.5 = 118.8 \text{ мг} = 0.1188 \text{ г.}$ $M_3(KCl) = 74.5 \text{ г/моль экв.}$	
4.	Какая масса Co^{2+} останется в растворе, если через колонку, заполненную 5 г катионита в H^+ – форме, пропустили 200.0 мл 0.1 н раствора CoCl_2. Полная динамическая емкость катионита равна 1.60 мэкв/г.	1. Рассчитаем количество миллимоль эквивалентов Co^{2+} – ионов, пропущенных через колонку с катионитом: $n_1 = \left(C_H \cdot V\right)_{\text{Co}^{2+}} = 0.1 \cdot 200 = 20 \text{ (мЭКВ.)}$ 2. Количество миллимоль эквивалентов Co^{2+} – ионов, поглощенных 5 г катионита вычисляем из формулы: $\text{ДОЕ} = \frac{n}{m(\text{ионита})} \left(\frac{\text{мЭКВ}}{\text{г}}\right); n_2 = 1.6 \cdot 5 = 8 \text{ (мЭКВ)}$ 3. Количество миллимоль эквивалентов Co^{2+} – ионов, оставшихся в растворе, равно: $n_3 = n_1 - n_2 = 20 - 8 = 12 \text{ (мЭКВ.)}$ 4. Масса Co^{2+} – ионов, оставшихся в растворе, составляет: $m(\text{Co}^{2+}) = n_3 \cdot M_3(\text{Co}^{2+}) = 12 \cdot 29.47 = 353.60 \text{ мг} = 0.3536 \text{ г.}$ $M_3(\text{Co}^{2+}) = M(\text{Co}^{2+}) \cdot f_{\text{ЭКВ}} = 58.93 \cdot 1/2 = 29.47 \text{ (г/моль экв.)}$	ОПК-5
5.	В каком порядке будут выходить белки из гель-хроматографической колонки?	Примеры белков с разной молекулярной массой. Необходимо расположить белки от большой к самой маленькой молекулярной массе.	ОПК-5
6.	Рассчитать Кр (коэффициент распределения). Дать пояснение о способности веществ проникать в растворитель поглощенным набухшим гелем	Формула Кр: $K_r = C_s / C_m$ где C_s – концентрация вещества в воде в гранулах геля C_m – концентрация вещества в воде, окружающей гранулы Для конкретного геля распределение анализируемого вещества в растворителе внутри и снаружи частиц геля определяется коэффициентом распределения K_d, который зависит от размера молекул вещества. Если молекулы крупные, в растворителе внутри частиц геля их не будет совсем; величина K_d в этом случае равна 0. Если молекулы вещества достаточно малы и	ОПК-5

		могут беспрепятственно проникать внутрь частиц геля, K_d будет равен 1. Поскольку размеры пор варьируют, молекулы среднего размера будут проникать в растворитель, находящийся в порах, лишь частично; следовательно, величина K_d в этом случае будет лежать между 0 и 1. Это позволяет разделять на данном геле вещества, молекулярные веса которых различаются лишь весьма незначительно. 1. Если $K = 0$, то вещество совершенно не проникает в гранулы геля; 2. Если $0 < K < 1$, то вещество лишь частично проникает в гранулы; 3. Если $K = 1$, то вещество равномерно распределяется внутри и вне гранул	
7.	На биотехнологическом производстве используют ультрафильтрационную очистку для получения препаратов крови, бесклеточного коклюшного компонента. Назовите принцип метода ультрафильтрационной очистки БАС. Оборудование.	В процессе ультрафильтрации используют селективные полупроницаемые мембраны, пропускающие низкомолекулярные и задерживающие высокомолекулярные соединения. Движущей силой процесса ультрафильтрации является перепад давления на ультрамембране. При ультрафильтрации происходит не разделение фаз, а перераспределение в жидкости веществ. В качестве оборудования для ультрафильтрационной очистки БАС используют ультрафильтрационные системы в следующих вариантах: трубчатые, плоскостные, рулонные.	ОПК-5