

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ставропольский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Кафедра общей и биологической химии**

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления
подготовки

19.03.01 Биотехнология

_____/Т.М. Чурилова/

« » 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой общей
и биологической химии

_____/К.С. Эльбекьян/

« » 2025 г.

Фонд оценочных средств по дисциплине

Наименование дисциплины

Аналитическая химия

Направление подготовки

19.03.01 Биотехнология

Направленность (профиль)

Технология лекарственных препаратов

Форма обучения

Очная/заочная

Год начала подготовки

2025

1. Перечень компетенций, формируемых дисциплиной (полностью или частично)

Коды и наименование компетенций	Наименование компетенций
ОПК-1	Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях

2. Виды оценочных материалов и соответствие с формируемыми компетенциями

Наименование компетенций	Виды оценочных материалов	Количество заданий
ОПК-1	Задание закрытого типа на установление соответствия	5 с эталоном ответов
	Задание закрытого типа на установление последовательности	5 с эталоном ответов
	Задание открытого типа с развернутым ответом/ задача	5 с эталоном ответов
	Задания открытого типа с кратким ответом	5 с эталоном ответов
	Задание закрытого типа	30 с эталоном ответов
Всего		50 заданий

3. Банк заданий по оценке уровня формирования компетенций

№ п/п	Наименование компетенций	Задание	Верный вариант																								
Задание закрытого типа на установление соответствия Прочитайте текст и установите соответствие к каждой позиции, данной в левом столбце, выберите соответствующую позицию из правого столбца.																											
1.	ОПК-1	Установить соответствие между групповым реагентом и определяемым катионом <table><tr><th colspan="2">Катионы</th><th colspan="2">Групповой реагент</th></tr><tr><td>А</td><td>Na⁺, K⁺</td><td>1</td><td>HCl</td></tr><tr><td>Б</td><td>Ag⁺, Pb²</td><td>2</td><td>H₂S (кислота)</td></tr><tr><td>В</td><td>Cu²⁺, Bi³⁺</td><td>3</td><td>NH₄OH+NH₄Cl</td></tr><tr><td>Г</td><td>Fe³⁺, Al³⁺</td><td>4</td><td>(NH₄)₂CO₃</td></tr><tr><td>Д</td><td>Ba²⁺, Ca²⁺</td><td>5</td><td>Растворимость</td></tr></table>	Катионы		Групповой реагент		А	Na ⁺ , K ⁺	1	HCl	Б	Ag ⁺ , Pb ²	2	H ₂ S (кислота)	В	Cu ²⁺ , Bi ³⁺	3	NH ₄ OH+NH ₄ Cl	Г	Fe ³⁺ , Al ³⁺	4	(NH ₄) ₂ CO ₃	Д	Ba ²⁺ , Ca ²⁺	5	Растворимость	Б- 1 В- 2 Г- 3 Д- 4 А- 5
Катионы		Групповой реагент																									
А	Na ⁺ , K ⁺	1	HCl																								
Б	Ag ⁺ , Pb ²	2	H ₂ S (кислота)																								
В	Cu ²⁺ , Bi ³⁺	3	NH ₄ OH+NH ₄ Cl																								
Г	Fe ³⁺ , Al ³⁺	4	(NH ₄) ₂ CO ₃																								
Д	Ba ²⁺ , Ca ²⁺	5	Растворимость																								
2.	ОПК-1	Установите соответствие между названием метода и его описанием: <table><tr><th>Метод</th><th>Описание</th></tr><tr><td> </td><td> </td></tr></table>	Метод	Описание			А-1 Б-2 В-3																				
Метод	Описание																										

		А	Экстракция	1	Разделение компонентов на основании различия коэффициентов распределения в двух несмешивающихся жидкостях		Г-4
		Б	Кристаллизация	2	Получение чистого кристаллического продукта путем удаления примесей посредством охлаждения раствора		
		В	Перегонка	3	Применение центробежной силы для ускорения осаждения твердой фазы		
		Г	Центрифугирование	4	Разделение жидкостей с разными температурами кипения путем испарения и конденсации		
3.	ОПК-1	Установите соответствие между методом окислительно-восстановительного титрования и способом индикации конечной точки титрования (КТТ)					А-4 Б-1 В-2 Г-4
		Метод		способ индикации КТТ			
		А	1. Перманганатометрия	1	Иод-крахмальный индикатор		
		Б	2. Иодометрия	2	Индикатор – фенилантраниловая кислота		
		В	3. Дихроматометрия	3	Индикатор - дифениламин		
		Г	Броматометрия	4	Безындикаторный		
				5	Фенолфталеин		
4.	ОПК-1	Установите соответствие между константой равновесия и способом ее выражения.					А-1 Б-2 В-3 Г-4
		Тип константы		Формула			
		А	Константа растворимости	1	$K_s = [Ag^+][Cl^-]$		
		Б	Константа кислотности	2	$K_a = [H^+][A^-]/[HA]$		
		В	Константа основности	3	$K_b = [BH^+][OH^-]/[B]$		
		Г	Константа нестойкости комплексного иона	4	$K_n = [M^{4+}][L^-]^4/[ML_4]$		
5.	ОПК-1	Установите соответствие между ошибкой гравиметрии и мерой ее предотвращения					А-3 Б-1 В-4 Г-2
		Ошибка гравиметрии		Мера предотвращения			
		А	Соосаждение	1	Эксикатор		
		Б	Потери при фильтрации	2	Медленное осаждение		

		В	Гигроскопичность	3	Избыток реагента		
		Г	Неполное осаждение	4	Электролит промывка		
	Задание закрытого типа на установление последовательности						
6.	ОПК-1	Укажите правильный порядок осаждения катионов IV группы при добавлении (NH ₄) ₂ CO ₃ 1) CaCO ₃ (белый) 2) SrCO ₃ (белый) 3) BaCO ₃ (белый) 4) Mg(OH) ₂ (белый, в избытке NH ₃)					3214
7.	ОПК-1	Укажите правильный порядок операций гравиметрического анализа 1) Взвешивание осадка 2) Растворение навески 3) Осаждение 4) Фильтрование и промывка					2341
8.	ОПК-1	Укажите правильный порядок основных стадий количественного химического анализа 1) Расчет содержания аналита 2) Пробоподготовка (разложение пробы) 3) Измерение аналитического сигнала 4) Отбор пробы					4231
9.	ОПК-1	Укажите правильный порядок обработки результатов количественного анализа 1) Оценка доверительного интервала 2) Усреднение повторных измерений 3) Отбраковка грубых промахов 4) Исключение систематических погрешностей					3241
10.	ОПК-1	Укажите правильный порядок этапов титриметрического (объемного) анализа 1) Титрование до эквивалентной точки 2) Подготовка титранта (стандартный раствор) 3) Отбор навески/аликвоты 4) Расчет концентрации					2314
Задание открытого типа с развернутым ответом/ задача							
Внимательно прочитайте текст задания, запишите развернутое решение задачи и обоснуйте ответ							
11.	ОПК-1	На нейтрализацию 20,00 мл раствора серной кислоты израсходовано 12,00 мл раствора щелочи с молярной концентрацией эквивалента 0.2000 моль/л. Вычислить					

		молярную концентрацию эквивалента и титр серной кислоты в этом растворе. <i>Решение.</i> $2 \text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$ $\text{NaOH} + \frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4 = \frac{1}{2} \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ По закону эквивалентов: $c_{\text{фэкв.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = c_{\text{фэкв.}}(\text{NaOH}) \cdot V_{\text{р-ра}}(\text{NaOH})$ (1) Из уравнения видно, что фактор эквивалентности H_2SO_4 равен $\frac{1}{2}$, а фактор эквивалентности NaOH равен 1. Подставляя значения в формулу получим: $c(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4) = 0,2000 \text{ моль/л} \cdot 12,00 \text{ мл} / 20,00 \text{ мл} = 0,1200 \text{ моль/л}$ $T(\text{H}_2\text{SO}_4) = c(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4) / 1000, \text{ г/мл}$ Отсюда $T(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1200 \text{ моль/л} \cdot 49 \text{ г/моль} / 1000 = 0,005880 \text{ г/мл}$ Ответ: 0,005880г/мл	
12.	ОПК-1	Для определения водородпероксида, применяемого в качестве дезинфицирующего средства для промываний и полосканий гнойных ран, на титрование к 10,0 мл раствора добавили калия иодид в избытке в кислой среде. На восстановление выделившегося иодида потребовалось 7,65 мл раствора с концентрацией $C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,01986 \text{ моль/л}$. Рассчитайте молярную концентрацию эквивалента H_2O_2. <i>Решение</i> Водородпероксид обычно медленно вступает в реакции. Поэтому проводят реакцию, при которой образуется продукт, легко определяемый титриметрическим методом: $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$ $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ Для этих реакций: $n(1/2\text{H}_2\text{O}_2) = n(1/2\text{I}_2) = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$, поэтому $C(1/2\text{H}_2\text{O}_2) = C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) / V(\text{H}_2\text{O}_2)$ $C(1/2\text{H}_2\text{O}_2) = 7,65 \text{ мл} \cdot 0,01986 \text{ моль/л} / 10,0 \text{ мл} =$ 0,0152моль/л. Ответ: 0,0152моль/л.	

13.	ОПК-1	Вычислите степень диссоциации и концентрацию уксусной кислоты, а также концентрацию ионов водорода в растворе уксусной кислоты, pH которого равен 3,87. Константа диссоциации уксусной кислоты при температуре 298К равна $1,75 \cdot 10^{-5}$. <i>Решение</i> 1. Определяем $[H^+]$: $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3,87} = 0,000135$ 2. Определяем C_M: уксусная кислота диссоциирует по схеме: $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$ Константа диссоциации выражается отношением: $K_d = \frac{[H^+] \cdot [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$ $[H^+] = [CH_3COO^-]$, следовательно $[CH_3COOH]$ в разбавленном растворе слабого бинарного электролита можно принять равной C_M. Тогда: $K_d = \frac{[H^+]^2}{C_M}$ Отсюда: $C_M = \frac{[H^+]^2}{K_d} = \frac{(1,35 \cdot 10^{-4})^2}{1,75 \cdot 10^{-5}} = 0,00104$. 3. Определяем α: Для разбавленных растворов слабых бинарных электролитов применима формула: $\alpha = \sqrt{\frac{K_d}{C}} = \sqrt{\frac{1,75 \cdot 10^{-5}}{0,00104}} = 0,13$. Ответ: $[H^+] = 0,000135$ моль/л; $C_M = 0,00104$ моль/л; $\alpha = 0,13$	
14.	ОПК-1	Вычислите степень диссоциации и концентрацию уксусной кислоты, а также концентрацию ионов водорода в растворе уксусной кислоты, pH которого равен 3,87. Константа диссоциации уксусной кислоты при температуре 298К равна $1,75 \cdot 10^{-5}$. Эталон решения: 1. Определяем $[H^+]$: $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3,87} = 0,000135$ 2. Определяем C_M: уксусная кислота диссоциирует по схеме: $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$ Константа диссоциации выражается отношением: $K_d = \frac{[H^+] \cdot [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$ $[H^+] = [CH_3COO^-]$, следовательно $[CH_3COOH]$ в разбавленном растворе слабого бинарного электролита можно принять равной C_M. Тогда: $K_d = \frac{[H^+]^2}{C_M}$ Отсюда: $C_M = \frac{[H^+]^2}{K_d} = \frac{(1,35 \cdot 10^{-4})^2}{1,75 \cdot 10^{-5}} = 0,00104$.	

		3. Определяем α: Для разбавленных растворов слабых бинарных электролитов применима формула: $\alpha = \sqrt{\frac{K_d}{C}} = \sqrt{\frac{1,75 \cdot 10^{-5}}{0,00104}} = 0,13$. Ответ: $[H^+] = 0,000135$ моль/л; $C_M = 0,00104$ моль/л; $\alpha = 0,13$.	
15.	ОПК-1	В гравиметрическом определении сульфатов получили осадок BaSO₄. Данные взвешиваний: Масса пустой бюксы: 25,0000 г. Бюкса с осадком (1-е взвешивание): 25,4523 г. Бюкса с осадком (2-е взвешивание после эксикатора): 25,4521 г. Навеска пробы: 0,5000 г. Определите постоянную массу BaSO₄ и рассчитайте содержание SO₄²⁻ (%). Объясните роль эксикатора в данном анализе. Решение. $m(\text{BaSO}_4) = 25,4521 \text{ г} - 25,0000 \text{ г} = 0,4521 \text{ г}$ Разница между взвешиваниями: $0,0002 \text{ г} < 0,0003 \text{ г} \rightarrow$ масса постоянная. 2. Содержание SO₄²⁻ (%) $\omega\% \text{SO}_4^{2-} = (m(\text{BaSO}_4) \times K) / m_{\text{навески}} \times 100$ $K = M(\text{SO}_4^{2-}) / M(\text{BaSO}_4) = 96,06 \text{ г/моль} / 233,39 \text{ г/моль} = 0,4116$ $\omega\% \text{SO}_4^{2-} = (0,4521 \times 0,4116) / 0,5000 \times 100 = 37,18\%$ Роль эксикатора Эксикатор используется для: Охлаждения прокаленного осадка до комнатной температуры Защиты от атмосферной влаги (предотвращение набухания гигроскопичных осадков) Достижения постоянной массы ($\Delta m \leq 0,0003 \text{ г}$ между взвешиваниями) Без эксикатора: горячий осадок + влажный воздух $\rightarrow$ конденсация H₂O $\rightarrow$ завышенная масса. Меры предосторожности Охладить осадок до 40-50°C перед помещением в эксикатор 1. Использовать сухой десикант (CaCl₂, P₂O₅, силикагель) 2. Не открывать эксикатор при высокой влажности воздуха 3. Взвешивать быстро (<30 сек) после извлечения бюксы 4. Контролировать герметичность крышки эксикатора	
Задания открытого типа с кратким ответом Внимательно прочитайте текст задания, подберите расчетную формулу, произведите простые вычисления и выберите цифру правильного ответа			
16.	ОПК-1	20,00 мл H₂SO₄ оттитровали 36,80 мл NaOH (0,0500 М). молярная концентрация H₂SO₄ равна: 1) 0,0920 М 2) 0,0460 М 3) 0,0368 М 4) 0,0736 М	2

17.	ОПК-1	30,00 мл Fe^{2+} оттитровали 24,00 мл KMnO_4 (0,0160 М) в H_2SO_4. Молярная концентрация катионов Fe^{2+} равна: 1) 0,0107 М 2) 0,0128 М 3) 0,0160 М 4) 0,0192 М	2
18.	ОПК-1	pH раствора HCl 0,001 М равен: 1) 1,0 2) 3,0 3) 2,0 4) 0,001	2
19.	ОПК-1	Из навески 0,4000 г Fe получен 0,5720 г Fe_2O_3. Массовая доля железа (%) равна: 1) 69,8% 2) 55,9% 3) 78,4% 4) 62,3%	1
20.	ОПК-1	Взвесили фильтр 1,2500 г, с осадком 2,1500 г, после прокаливания 1,7800 г. m(осадка) составила: 1) 0,9000 г 2) 0,5300 г 3) 0,4500 г 4) 0,6800 г	2
Задание закрытого типа Внимательно прочитайте текст задания, внимательно прочитайте предложенные варианты ответа. Выберите один ответ и запишите только номер выбранного варианта ответа.			
21.	ОПК-1	Декантация –это : 1) способ промывания осадка на фильтре 2) способ количественного переноса осадка на фильтр, при котором осадку приливают небольшую порцию промывной жидкости, взмучивают осадок стеклянной палочкой и сливают суспензию на фильтр 4) сливание большей части раствора с осадка через фильтр	1
22.	ОПК-1	Групповой реагент I аналитической группы катионов: 1) NH_4OH 2) H_2S 3) HCl 4) CO_3^{2-}	3
23.	ОПК-1	SO_4^{2-} подтверждают 1) BaCl_2 в HCl 2) AgNO_3 3) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 4) FeCl_3	1

24.	ОПК-1	V аналитическая группа катионов: 1) Cu^{2+} 2) Fe^{3+} 3) Pb^{2+} 4) Na^+ , K^+	4
25.	ОПК-1	Для стандартизации раствора соляной кислоты применяется: 1) KOH 2) CH_3COOK 3) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 4) NH_4Cl	3
26.	ОПК-1	Гравиметрическая форма должна удовлетворять следующим требованиям: 1) иметь точный постоянный стехиометрический состав 2) иметь интенсивную окраску 3) иметь возможно большую молекулярную массу 4) иметь возможно меньшую молекулярную массу	1
27.	ОПК-1	BaSO_4 прокаливают при температуре: 1) $800-900^\circ\text{C}$ 2) 105°C 3) 20°C 4) 1200°C	1
28.	ОПК-1	Соосаждение предотвращают: 1) избытком 2) медленным осаждением 3) холодом 4) без промывки	2
29.	ОПК-1	Сушка осадков проводится при температуре: 1) 800°C 2) 0°C 3) 105°C 4) 500°C	3
30.	ОПК-1	Переосаждение необходимо для: 1) скорости 2) чистоты 3) массы 4) цвета	2
31.	ОПК-1	Количественный анализ определяет: 1) содержание 2) наличие 3) структуру 4) форму	1
32.	ОПК-1	Погрешность анализа бывает:	2

		1) только случайная 2) систематическая + случайная 3) грубая 4) личная	
33.	ОПК-1	Доверительный интервал это: 1) диапазон вероятности 2) точное число 3) промах 4) среднее	1
34.	ОПК-1	Титриметрия- это метод количественного анализа 1) весовой 2) объемный 3) оптический 4) электрохимический	2
35.	ОПК-1	Пробоподготовка включает: 1) титрование 2) разложение пробы 3) взвешивание 4) спектр	2
36.	ОПК-1	Титрант комплексонометрии: 1) KMnO_4 2) ЭДТА 3) NaOH 4) I_2	2
37.	ОПК-1	Расчеты результатов определений в титриметрии основаны на законе: 1) кратных отношений 2) действующих масс 3) Авогадро 4) эквивалентов	4
38.	ОПК-1	ТЭ слабой кислоты+сильное основание находится в интервале : 1) pH 8-9 2) pH 7 3) pH 4-5 4) pH 11	1
39.	ОПК-1	Обратное титрование используют для: 1) газов 2) органики 3) медленно реагирующих 4) щелочей	3
40.	ОПК-1	При добавлении раствора серебра нитрата к разбавленному раствору натрия иодида осадок свинца иодида образуется, если :	1

		1) $C(\text{Ag}^+) \cdot C(\text{I}^-) > K_s^\circ(\text{AgI})$ 2) $C(\text{Ag}^+) \cdot C(\text{I}^-) < K_s^\circ(\text{AgI})$ 3) $C(\text{AgNO}_3) < C(\text{NaI})$ 4) $C(\text{AgNO}_3) > C(\text{NaI})$	
41.	ОПК-1	Мурексид - индикатор для определения ионов: 1) Ca^{2+} 2) Fe^{3+} 3) Cu^{2+} 4) Cl^-	1
42.	ОПК-1	Индикатор перманганатометрии: 1) собственный цвет 2) крахмал 3) метиловый оранжевый 4) фенолфталеин	1
43.	ОПК-1	I_2 в йодометрии титруют: 1) KMnO_4 2) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 3) ЭДТА 4) NaOH	2
44.	ОПК-1	Дифениламин используют с: 1) перманганатом 2) дихроматом 3) йодом 4) кислотой	2
45.	ОПК-1	Потенциал редокс – пары $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$: 1) 1.06 В 2) 0.77 В 3) 0.54 В 4) 1.36 В	1
46.	ОПК-1	Крахмал – индикатор метода: 1) йодометрии 2) кислотно-основном 3) комплексонометрии 4) гравиметрии	1
47.	ОПК-1	Эксикатор в гравиметрии используют для: 1) нагрева 2) охлаждения 3) осаждения 4) титрования	2
48.	ОПК-1	Комплексонометрия определяет: 1) органику 2) металлы	2

		3) газы 4) анионы	
49.	ОПК-1	Редоксиметрия основана на: 1) обмене электронами 2) комплексообразовании 3) осаждении 4) объеме	1
50.	ОПК-1	Общая погрешность это: 1) сумма случайной + систематической 2) только случайная 3) грубая 4) нулевая	1

Разработан:
доцентом кафедры общей и биологической химии



Е. В. Белик