

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Игнатенко Виталий Иванович

Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике

Дата подписания: 24.06.2025 09:34

Уникальный программный ключ:

a49ae343af5448d45d7e3e1e499659da8109ba78

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Заполярный государственный университет им. Н. М. Федоровского»
ЗГУ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ¹
по дисциплине

«Гидрометаллургические процессы»

Факультет: Горно-технологический (ГТФ)

Направление подготовки: 22.04.02 «Металлургия»

Направленность (профиль): Металлургия цветных металлов

Уровень образования: магистратура

Кафедра металлургии, машин и оборудования
наименование кафедры

Разработчик ФОС:

Ст.преподаватель

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

Л.И. Рогова

(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры, протокол № 2 от «07» 05 2025 г.

Заведующий кафедрой к.т.н., доц. Крупнов Л.В.

¹ В данном документе представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),
соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы**

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК-5 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях	ОПК-5.1 Осуществляет моделирование объектов и процессов, а также исследует применение новейших технологий

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Простое растворение и выщелачивание с протеканием химической реакции.	ОПК-5	Конспект	Есть/нет
Способы выщелачивания и применяемая аппаратура.	ОПК-5	Конспект, тестовые задания	Есть/нет, решение теста
Экстракционные и ионообменные процессы и их аппаратное оформление.	ОПК-5	Конспект Собеседование	Есть/нет Полнота ответа по данной теме
Выделение малорастворимых соединений. Разделение металлов осаждением труднорастворимых соединений.	ОПК-5	Практическая работа	Решение задачи
Основы процесса выпаривания и кристаллизации.	ОПК-5	Тестовые задания	Решение теста
Осаждение металлов и оксидов из растворов восстановлением водородом и другими газами. Выделение металлов цементацией	ОПК-5	Практическая работа	Решение задач

Электроэкстракция	ОПК-5	Практическая работа	Решение задач
Зачет (очная, заочная форма обучения)	ОПК-5	Собеседование	Полнота владения материалом
Экзамен (очная, заочная форма обучения)	ОПК-5	Итоговый тест	Решение тестового задания

1 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
Промежуточная аттестация в форме «Зачета» (для очной и заочной формы обучения)				
	Собеседование	По окончании первого семестра изучения курса	от 0 до 5 баллов	Зачет/Незачет
ИТОГО:		-	___ баллов	-
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: Пороговый (минимальный) уровень для аттестации в форме зачета – 75 % от максимально возможной суммы баллов Зачет выставляется при сдаче студентом всех тестовых заданий				

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
Промежуточная аттестация в форме «Экзамен» (для очной и заочной формы обучения)				
	Итоговый тест	Академический час	от 0 до 5 баллов по критериям	Оценка от 2 до 5
ИТОГО:		-	___ баллов	-
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)				

2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

2.1 Задания для текущего контроля успеваемости

**Способы выщелачивания и применяемая аппаратура.
Тестовое задание**

1. Определить термодинамическую вероятность растворения продукта, содержащего железо и медь в водном растворе серной кислоты ($pH=5$), если $\varphi^{\circ}_{Cu^{2+}/Cu} = +0,34$ В, а $\varphi^{\circ}_{Fe/Fe} = -0,44$ В:
- А) растворение железа и меди не происходит;
 - Б) растворяется только железо**
 - В) растворяется только медь
 - Г) растворяются железо и медь
2. Какая из мешалок является быстроходной:
- А) цепная
 - Б) грабельная
 - В) турбинная**
 - Г) якорная
3. При протекании процесса во внешнEDIффузионной области скорость химической реакции не зависит от:
- А) перемешивания
 - Б) концентрации реагента
 - В) применения катализатора**
 - Г) температуры.
4. К диффузионному выщелачиванию относится:
- А) выщелачивание в кипящем слое
 - Б). автоклавное выщелачивание
 - В) выщелачивание в пачуках
 - Г) **перколяция**
5. В качестве окислителей при выщелачивании, не применяют газ:
- А) кислород;
 - Б) водород;**
 - В). хлор;
 - Г) озон.

**Выделение малорастворимых соединений. Разделение металлов осаждением труднорастворимых соединений.
Задание для практического занятия**

В насыщенный раствор соли $CuCl$ добавляют $0,1M$ раствор $NaCl$ изменяя его объем. В результате образуется комплекс $CuCl_3^{2-}$, влияющий на растворимость соли $CuCl$.

Рассчитать концентрацию комплексобразующего иона $[Cl^-]$ соли и растворимость соли $CuCl$.

Построить график зависимости растворимости хлористой меди S от концентрации ионов хлора в растворе **[А]**. Объяснить, влияние какого фактора приводит к получению наблюдаемой зависимости.

Концентрацию комплексообразующего аниона соли рассчитывают по уравнению:

$$[A] = \frac{\Delta V}{V + \Delta V}$$

где: $V = 100 \text{ мл}$; $C_P = 0,1 \text{ М}$;

ΔV находят в соответствии с вариантом по таблице 1.

Растворимость соли рассчитывают по уравнению:

$$S = L \left(\frac{1}{[A]} + \beta [A]^2 \right)$$

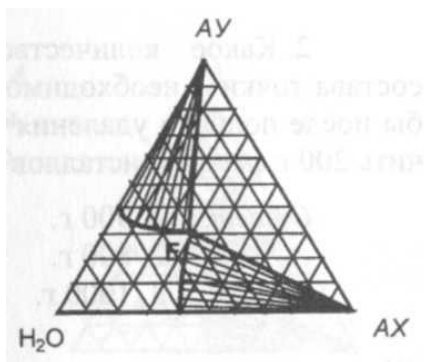
где: $L = 1,02 \cdot 10^{-6}$; $\beta = 2 \cdot 10^5$

Таблица 1 Индивидуальные задания

№ варианта	Объем добавляемого раствора NaCl ΔV , мл								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	10	15	20	25	30	35	40	45	50
2	5	7	9	11	13	15	17	19	21
3	10	12	14	16	18	20	22	24	26
4	3	6	9	12	15	18	21	24	27
5	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7	19	20	21	22	23	24	25	26	27
8	1	2	4	8	10	12	14	16	18
9	7	10	11	12	13	14	15	16	17
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
11	1	3	6	9	12	15	18	21	24
12	12	13	14	15	16	17	18	19	20

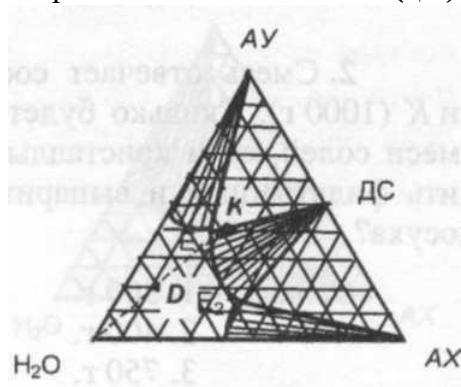
Основы процесса выпаривания и кристаллизации Тестовое задание

.1. Какой состав системы, соответствующий точке Е?



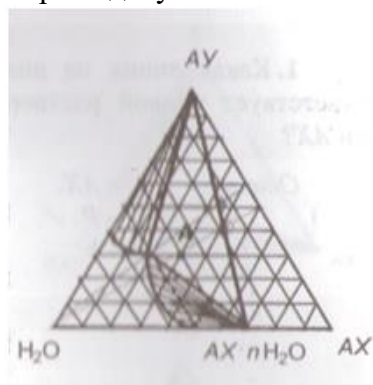
- А) 30% H_2O ; 40% AX ; 30% AU .
 Б) 30% H_2O ; 30% AX ; 40% AU .
 В) 40% H_2O ; 30% AX ; 30% AU .
 Г) 20% H_2O ; 20% AX ; 60% AU .

2. Раствор состава точки D (1000 г) выпарен до состава точки K . Определить, сколько выпало кристаллов двойной соли ($ДС$)?



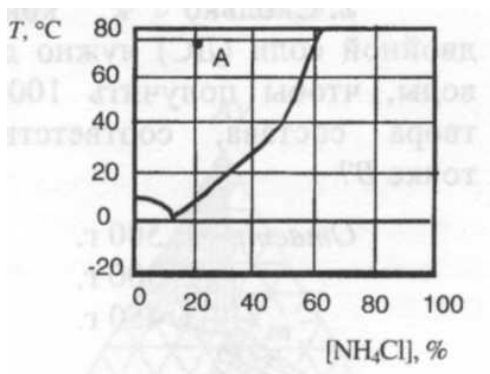
- А) 50 г
 Б) 450 г
 В) 100 г
 Г) 200 г

3. Каково соотношение соли AU и кристаллогидрата $AX \cdot nH_2O$, если раствор состава, соответствующего точке E , выпарить досуха?



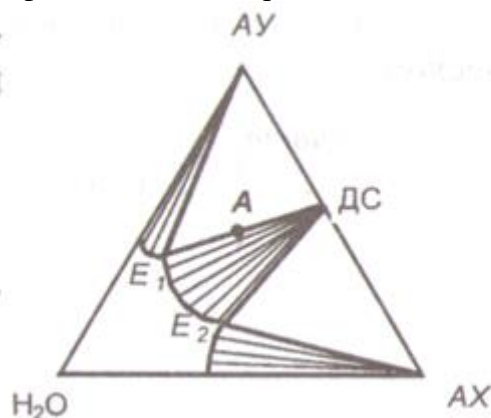
- А) ~60% $AX \cdot nH_2O$ и ~40% AU
 Б) ~40% $AX \cdot nH_2O$ и ~60% AU
 В) ~50% $AX \cdot nH_2O$ и ~50% AU
 Г) ~70% $AX \cdot nH_2O$ и ~30% AU

4. Раствор состава, соответствующего точке A , массой 1000 г первоначально выпарен до достижения насыщения при 75 °С, затем охлажден до 10 °С. Сколько в этом случае выкристаллизовалось соли?



- А) 166 г
- Б) 300 г
- В) 0 г
- Г) 60 г

5. Какие фазы находятся в равновесии в системе, соответствующей составу точки А?



- А) H_2O и ДС
- Б) АУ, АХ и ДС
- В) ДС и раствор состава точки E_1
- Г) ДС и растворы состава точки E_1 и E_2

Осаждение металлов и оксидов из растворов восстановлением водородом и другими газами. Выделение металлов цементацией

Задание для практического занятия

1. Выделение металлов цементацией

При цементации меди на никелевом порошке за время t_1 и время t_2 остаточное содержание меди в растворе составило соответственно C_1 и C_2 . Данные приведены в таблице 2.

Определить исходное содержание меди в растворе, если кинетика процесса описывается уравнением первого порядка:

$$k = \frac{1}{t} \lg \frac{C_0}{C_t}$$

Таблица 2

№ варианта	C_1 , г/л	t_1 , мин	C_2 , г/л	t_2 , мин
1	2,54	20	0,19	55
2	1,97	10	0,43	65
3	2,34	30	0,97	45
4	2,23	25	0,82	50
5	2,37	20	0,94	50
6	1,57	25	0,78	40
7	2,12	30	0,88	45
8	2,61	15	0,17	60
9	1,43	30	1,15	45
10	1,79	10	0,82	65
11	2,77	20	0,51	55
12	2,46	15	0,92	60

Электроэкстракция Задание для практического занятия

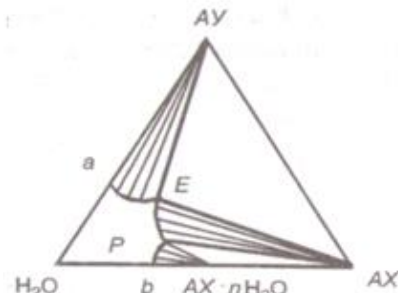
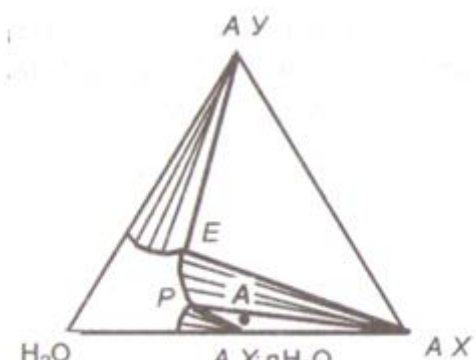
Рассчитать ожидаемую величину $E_{нр}$, коэффициент использования электроэнергии B_w и требуемое количество электричества для получения металла массой m , если известен выход по току B_t для металла. Электролиз проводится из сернокислых растворов с использованием платиновых электродов. Перенапряжение выделения кислорода на платине η_{O_2} .

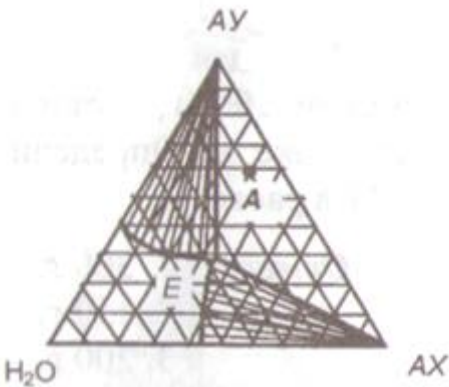
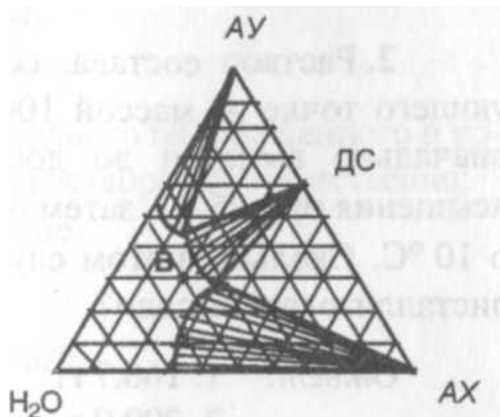
Данные для выполнения индивидуального задания приведены в таблице 1.

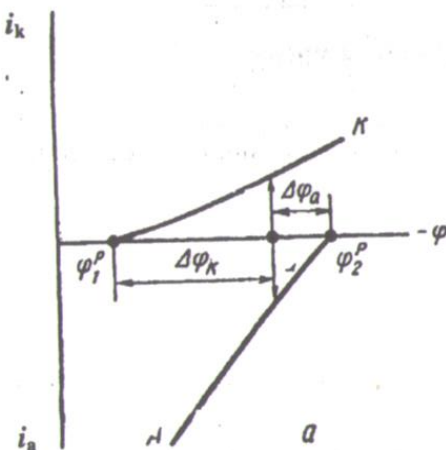
Таблица 1. Исходные данные для выполнения индивидуального задания

№ п/п	Me	$m_{пр}$, г	B_t , %	η_{O_2} , В	$\Delta G^{\circ}_{298\text{соли}}$, кДж/моль
1	Zn	3	90	0,48	-870
2	Cu	3,5	98	0,50	-691
3	Zn	4	92	0,67	-870
4	Cu	4,5	89	0,72	-691
5	Zn	5	87	0,33	-870
6	Cu	5,5	78	0,44	-691
7	Zn	1	79	0,47	-870
8	Cu	1,5	80	0,51	-691
9	Zn	1,3	88	0,61	-870
10	Cu	3,7	99	0,81	-691
11	Zn	4,1	93	0,91	-870
12	Cu	2,8	89	0,77	-691
13	Zn	1,2	77	0,52	-870
14	Cu	1,4	79	0,54	-691
15	Zn	2,3	86	0,39	-870

Экзамен Итоговый тест

ОЦЕНОЧНОЕ СРЕДСТВО тестирование	Контролируемая компетенция
Вариант 1	
1. Определить число степеней свободы на изотермическом разрезе в точке А.  1. Одна 2. Две 3. Три 4. Нет	ОПК-5
2. Какая линия на диаграмме соответствует кривой растворимости соли АУ?  1. E-a 2. E-P 3. P-b 4. a-AU	ОПК-5
3. Какие фазы находятся в равновесии в системе, соответствующей составу точки А?  1. H₂O, AX·nH₂O, AU 2. AX·nH₂O, AX	ОПК-5

3. Раствор состава, соответствующего точке P, $AX \cdot nH_2O$, AX 4. Раствор состава, соответствующего точке E, $AX \cdot nH_2O$, AX, AU	
4. Каков состав системы, соответствующий точке A?  1. 10% H_2O; 30% AX; 60% AU 2. 35% H_2O; 35% AX; 30% AU 3. 25% H_2O; 25% AX; 50% AU 4. 20% H_2O; 20% AX; 60% AU	ОПК-5
5. Сколько к кристаллам двойной соли (ДС) нужно добавить воды, чтобы получить 1000 г раствора состава, соответствующего точке B?  1. 500 г 2. 300 г 3. 450 г 4. 200 г	ОПК-5
6. Какое соединение образует более пересыщенный раствор? 1. $NaCl$ 2. Na_2SO_4 3. $CaSO_4$ 4. $NaNO_3$	ОПК-5

7. Какое соединение образует менее пересыщенный раствор? <table><tr><td>Соль</td><td>Температурный коэффициент растворимости f</td></tr><tr><td>NaNO₃</td><td>0,0024</td></tr><tr><td>KCl</td><td>0,0031</td></tr><tr><td>KClO₃</td><td>0,1500</td></tr></table> 1. KCl 2. KClO₃ 3. NaNO₃ 4. пересыщение одинаково	Соль	Температурный коэффициент растворимости f	NaNO ₃	0,0024	KCl	0,0031	KClO ₃	0,1500	ОПК-5		
Соль	Температурный коэффициент растворимости f										
NaNO ₃	0,0024										
KCl	0,0031										
KClO ₃	0,1500										
8. Как называется стадия, лимитируемая подводом иона к поверхности металла-цементатора? 1. Катодная концентрационная поляризация 2. Анодная концентрационная поляризация 3. Электрохимическая катодная поляризация 4. Электрохимическая анодная поляризация	ОПК-5										
9. Чем вызвана концентрационная поляризация? 1. Скорость доставки ионов меньше скорости разряда ионов 2. Скорость доставки ионов больше скорости разряда ионов 3. Низкая скорость кристаллизации металла 4. Низкая скорость дегидратации ионов	ОПК-5										
10. Какой металл можно использовать в качестве цементатора при вытеснении индия из раствора, если стандартный потенциал индия = -0,343 В? <table><tr><td>Me</td><td>Zn</td><td>Co</td><td>Hg</td><td>Cu</td></tr><tr><td>ε°, В</td><td>-0,763</td><td>-0,270</td><td>+0,798</td><td>+0,34</td></tr></table> 1. Co 2. Zn 3. Hg 4. Cu	Me	Zn	Co	Hg	Cu	ε° , В	-0,763	-0,270	+0,798	+0,34	ОПК-5
Me	Zn	Co	Hg	Cu							
ε° , В	-0,763	-0,270	+0,798	+0,34							
11. Какая стадия контролирует процесс, если поляризационные кривые имеют вид, показанный на рисунке? 	ОПК-5										

1. Катодная поляризация 2. Анодная поляризация 3. Промежуточная 4. Катодная и анодная стадии протекают с одинаковой скоростью	
12. Чему равняется равновесный потенциал водородного электрода при рН=7 (условия стандартные)? 1. -0,25 В 2. +0,12 В 3. -0,41 В 4. + 0,15 В	ОПК-5
13. Чему равняется равновесный потенциал кислородного электрода при рН=10 (условия стандартные)? 1. -0,55 В 2. +0,82 В 3. -0,41 В 4. + 0,64 В	ОПК-5
14. К агитационному выщелачиванию относится: 1. выщелачивание в кучах 2. подземное выщелачивание 3. выщелачивание в автоклавах 4. перколяция	ОПК-5
15. Как называется органическая фаза, образующаяся после экстракции? 1. высаливатель 2. эстрагент 3. рафинат 4. экстракт	ОПК-5
16. Перемешивание пульпы воздухом осуществляют: 1. при перколяции 2. в пачуках 3. в цементаторах 4. при выщелачивании в кучах	ОПК-5
17. Определить термодинамическую вероятность растворения продукта, содержащего железо и медь в водном растворе серной кислоты (рН=0) при барботировании через систему воздуха, если $\varphi^{\circ}_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = +0,34 \text{ В}$, а $\varphi^{\circ}_{\text{Fe}/\text{Fe}} = -0,44 \text{ В}$: 1. растворение железа и меди не происходит 2. растворяется только железо 3. растворяется только медь 4. растворяются железо и медь	ОПК-5
18. Как изменится восстановительная способность водорода, если при температуре 100 °С изменится относительном парциальном давлении газа с 0,1 атм до 100 атм, а рН с 2 единиц до 4? 1. уменьшится в 5,7 раз 2. увеличится в 4,8 раза 3. уменьшится в 10 раз 4. увеличится в 2,5 раза	ОПК-5

19. Аппараты, работающие под давлением, называются: 1. агитаторами 2. сорберами 3. экстракторами 4. автоклавами	ОПК-5
20. Иониты, способные одновременно осуществлять катионный и анионный обмен, называются: 1. амфолитами 2. электроноинообменниками 3. катионитами 4. анионитами	ОПК-5
21. Сверхстехиометрическая экстракция происходит по: 1. сольватному типу 2. ониевому типу 3. гидратно-сольватному типу 4. по типу присоединения	ОПК-5
22. Отношение суммарной аналитической <u>концентрации</u> вещества в органической фазе к суммарной аналитической <u>концентрации</u> этого вещества в водной фазе (без учета того в какой форме находится вещество в каждой фазе) называется: 1. константой распределения 2. степенью экстракции 3. коэффициент распределения 4. степенью пересыщения	ОПК-5
23. К факторам, влияющим на растворимость соли, не относится: 1. избыток одноименного аниона 2. изменение давления 3. присутствие комплексообразующих лигандов 4. ионная сила раствора	ОПК-5
24. Рассчитать окислительно-восстановительный потенциал Co в 0,01 М растворе CoSO_4 при концентрации NH_3 1 моль/л, если константа устойчивости комплекса $\beta_{[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}} = 10^{5,11}$, а $\varphi^\circ \text{Co}^{2+}/\text{Co} = -0,227 \text{ В}$, $t = 25^\circ \text{C}$. 1. -0,253 В 2. +0,022 В 3. -0,436 В 4. + 0,153 В	ОПК-5
25. Какова разница стандартных потенциалов металлов (φ_{Co}-φ_{Ni}), участвующих в реакции: $\text{Ni}^{2+} + \text{Co}^\circ = \text{Ni}^\circ + \text{Co}^{2+}$, если равновесное отношение активностей $a_{\text{Ni}}/a_{\text{Co}} = 0,21$, $t = 25^\circ \text{C}$? 1. -0,02 В 2. +0,04 В 3. -0,43 В 4. + 0,25 В	ОПК-5