



## СИЛЛАБУС

**КОД IDO6842 «Теория и практика рафинирования и разделения металлов»**  
(код и название дисциплины)

**Образовательная программа «Металлургия и обогащение полезных ископаемых»**

**Специальность 6В07203 – Metallургия и обогащение полезных ископаемых»**

5 кредитов

**2/1/0/2**  
(лек/лаб/практ/СРС)

**Триместр: осень 2020-2021 уч. год**  
(осень, зима, весна)

**Алматы, 2021**

Горно-металлургический институт  
Кафедра «Металлургические процессы, теплотехника и технология специальных материалов»

1. Информация о преподавателях:

Лектор

Усольцева Галина Александровна

Занятия по расписанию:

четверг 11.05-11.55 (лекции), 12.10-14.20 (лабораторные занятия)

Офисные часы – четверг, 18.00-19.00

Email: [nota-vesna@yandex.kz](mailto:nota-vesna@yandex.kz) , [g.ussoltseva@satbayev.university](mailto:g.ussoltseva@satbayev.university)

Whats'Up, Imo: +7-701-742-95-22

Преподаватель

(практические занятия)

Не предусмотрены учебным планом

Преподаватель

(лабораторные занятия)

Усольцева Галина Александровна

2. Требования к курсу:

- объем курса 5 кредитов: 2/1/0/2 (лекции/лаб/практ/СРО);

– наличие компьютера типа десктоп или лаптоп, одновременное использование других гаджетов приветствуется, но не обязательно.

– наличие интернет-канала со скоростью не менее 0,5 Мбит/сек.

– персональный аккаунт с фото лица на аватарке и корпоративной почтой на платформе <https://polytechonline.kz>.

– посещение занятий обязательно согласно расписанию.

– формат обучения - 100% онлайн

– доступ: <https://polytechonline.kz/course/view.php?id=10775>

3. График учебного процесса



4. Цель курса:

Дать студентам знания и основные умения в области рафинирования и разделения металлов

5. Описание курса:

Теоретические основы и практическое осуществление рафинирования металлов. Очистка металлов дистилляцией. Применение ректификации для разделения и очистки ме-

таллов и их соединений. Перегонка металлов с помощью химических транспортных реакций. Способы очистки металлов путем кристаллизации из расплавов. Разделение металлов путем выделения из их водных растворов труднорастворимых соединений, а также методом кристаллизации. Электрохимическое разделение и очистка металлов. Использование экстракционных и сорбционных методов с целью извлечения, концентрирования и очистки ионов металлов. Оценка термодинамической вероятности протекания основных реакций и кинетических закономерностей перечисленных методов очистки металлов и их соединений. Методы установления механизма изучаемых процессов и состава извлекаемых соединений. Аппаратурное оформление способов рафинирования металлов. Примеры промышленного использования методов рафинирования металлов.

#### **6. Знания, умения, навыки по завершению курса:**

В результате освоения дисциплины студенты должны

1) знать: основные методы разделения и рафинирования металлов, термодинамику и кинетику соответствующих процессов;

2) уметь: анализировать действующие и проектируемые процессы; прогнозировать показатели тех или иных конкретных процессов и направлений развития технологий разделения и рафинирования металлов;

3) владеть навыками: навыков выполнения расчетов в области разделения и рафинирования металлов, а также выполнения отдельных экспериментальных работ.

**Умения и навыки (профессиональные, управленческие, коммуникативные ....), полученные при прохождении дисциплины:**

– **профессиональные:** производить термодинамические и кинетические расчеты при реализации процессов разделения и рафинирования металлов; иметь представление о механизме их протекания и предназначении, иметь представление о конструкциях аппаратов, применяемых при разделении и рафинировании металлов, и технологических режимах их работы;

– **управленческие:** выбирать оптимальные технологические режимы работы аппаратов, применяемых при разделении и рафинировании металлов;

– **коммуникативные:** умение работать в команде; проявление инициативности; логичность суждений; умение эффективно сотрудничать с другими людьми, выстраивать субъект-субъектные отношения в процессе профессиональной деятельности.

#### **8. Рамка компетенций**

Дескрипторы обучения	Компетенции				
	Естественно-научные и теоретико-мировоззренческие	Социально-личностные и гражданские	Общеинженерные профессиональные	Межкультурно-коммуникативные	Специально-профессиональные
Знание и понимание	*	*	*		*
Применение знаний и пониманий	*	*	*		
Выражение суждений и анализа действий		*		*	
Коммуникативные и креативные способности		*	*	*	
Самообучаемость и цифровые навыки	*	*	*		*

**7. Пререквизиты:**

- ✓ Химия
- ✓ Физическая химия
- ✓ Физика
- ✓ Теория металлургических процессов

**8. Постреквизиты:**

- ✓ Дипломное проектирования

**9. Список литературы**

Базовая литература	Дополнительная литература
[1] А.И. Беляев. Физико-химические основы очистки металлов и полупроводниковых материалов. – М.: Металлургия, 1973. – 220 с.	[7] Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах: Учебник для вузов /Под ред. С.С. Коровина. – М.: МИСИС, 2003.
[2] Вольдман Г.М., Зеликман А.Н. Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. Пособие для вузов. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Интермет Инжиниринг, 2003. – 464 с.	[8] А.В. Тарасов. Металлургия титана. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 328 с
[3] А.Н. Вольский, Е.М. Сергиевский. Теория металлургических процессов. – М.: Металлургия, 1968. – 343 с.	[9] М.А. Меретуков. Процессы жидкостной экстракции в цветной металлургии. – М.: Металлургия, 1985. – 221 с.
[4] А.Н. Зеликман, Г.А. Меерсон. Металлургия редких металлов. – М.: Металлургия, 1973. – 606 с.	[10] К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие для вузов. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 576 с.
[5] А.Д. Погорельый. Теория металлургических процессов. – М.: Металлургия, 1971, 503 с.	
[6] Луганов В.А., Байконурова А.О., Сажин Е.Н. Основы гидрометаллургических процессов. – Алматы: КазНТУ, 2005.	

**10. Календарно - тематический план:**

Модуль	Недели	Темы и вид занятий		Что читать	Выдача, проверка заданий
		Тема лекционного занятия	Тема лабораторной работы		
I	1	Лекция № 1. Введение. Классификация методов разделения и очистки веществ)	Лабораторная работа) №1. Изучение сорбции меди на смоле КУ-2-6 в присутствии примеси рения (Часть 1)	[1-10]	Тест по лекции №1 Выдача заданий №1-2
		Лекция №2 Общие понятия и закономерности	Лабораторная работа) №2. Изучение сорбции меди на смоле КУ-2-6	[1-10]	Тест по лекции №2 Проверка

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Модуль	Недели	Темы и вид занятий		Что читать	Выдача, проверка заданий
		Тема лекционного занятия	Тема лабораторной работы		
		ионного обмена	в присутствии примеси рения (Часть 2)		заданий №1-2
		Лекция № 3 Кинетика ионного обмена. Элюирование. Ионообменная хроматография. Электродиализ	Лабораторная работа №3. Изучение процесса элюирования меди Часть 1	[1-10]	Тест по лекции №3 Проверка заданий №1-2
		Лекция № 4 Аппаратура сорбционных процессов. Реализация ионообменных процессов в металлургической практике	Лабораторная работа №4. Изучение процесса элюирования меди Часть 2	[1-10]	Тест по лекции №4 Проверка заданий №1-2 Выдача заданий 3-4
	3	Лекция № 5 Экстракционные процессы в металлургии. Общие понятия, терминология и количественные характеристики	Лабораторная работа №5. Разделение соединений рения и меди методом экстракции Часть 1	[1-10]	Тест по лекции №5 Проверка заданий №1-4.
II		Лекция № 6 Механизм и кинетика экстракции	Лабораторная работа №6. Разделение соединений рения и меди методом экстракции Часть 2	[1-10]	Тест по лекции №6 Проверка заданий №1-4
	4	Лекция № 7 Практическое осуществление экстракции и ее аппаратное оформление	Лабораторная работа №7 Исследование закономерности осаждения из растворов гидроксидов металлов Часть 1	[1-10]	Тест по лекции №7 Проверка заданий №1-4
	5	Лекция № 8 Разделение металлов методами осаждения малорастворимых соединений	Лабораторная работа №8 Исследование закономерности осаждения из растворов гидроксидов металлов Часть 2	[1-10]	Тест по лекции №8 Проверка заданий №1-4
		<b>1-я промежуточная (Midterm) аттестация</b>		[1-10]	<b>Тест по промежуточной аттестации (I)</b>
III	6	Лекция № 9 Выделение металлов и их соединений из	Лабораторная работа №9. Исследование процесса мембранного	[1-10]	Тест по лекции №9 Проверка

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Модуль	Недели	Темы и вид занятий		Что читать	Выдача, проверка заданий
		Тема лекционного занятия	Тема лабораторной работы		
		водных растворов кристаллизационным и методами	электролиза (электролиза) Часть 1		заданий №1-4
		Лекция № 10 Кристаллизационные способы очистки металлов из расплавов	Лабораторная работа №10. Исследование процесса мембранного электролиза (электролиза) Часть 2	[1-10]	Тест по лекции №10 Проверка задания №1-4
	7	Лекция № 11 Теоретические основы испарения и конденсации	Лабораторная работа №11. Изучение процесса очистки металлов методом зонной плавки часть 1	[1-10]	Тест по лекции №11 Проверка заданий №1-4
		Лекция № 12 Ректификация и ее применение для очистки, разделения и рафинирования металлов	Лабораторная работа №12. Изучение процесса очистки металлов методом зонной плавки часть 2	[1-10]	Тест по лекции №2 Проверка заданий №1-4
IV	8	Лекция № 13 Перегонка с помощью химических транспортных реакций	Лабораторная работа №13. Термодинамический анализ состояния металлов в водных растворах Часть 1	[1-10]	Тест по лекции №13 Проверка заданий №1-4
	9	Лекция № 14 Теоретические основы рафинирования металлов методом электролиза	Лабораторная работа №14. Термодинамический анализ состояния металлов в водных растворах Часть 2	[1-10]	Тест по лекции №14 Проверка заданий №1-4
	10	Лекция № 15 Реализация процессов электролиза при получении и рафинировании тяжелых цветных металлов	Лабораторная работа №15. Применение диаграмм Пурбе для прогнозирования гидро- и электрометаллургических процессов	[1-10]	Тест по лекции №15 Проверка заданий №1-4
		<b>2-я финальная (Endterm) аттестация</b>			<b>Тест по финальной аттестации (II)</b>
V	11	Консультационные контактные часы (подготовка к экзамену)			Тренинг, консультации, дискуссии
	12	Финальный экзамен		[1-10]	Экзамен (письменный экзамен Take Home, 2 часа)

\* По каждой теме и при подготовке к экзамену рекомендуется просматривать интернет-

*источники и материалы лекций.*

## **12. Задания и краткие методические указания по их выполнению:**

### **✓ Лабораторные занятия:**

К каждому лабораторному занятию выдается теоретическое и методическое описание, согласно которым производятся соответствующие эксперименты, расчеты, графические работы и выполняется необходимый анализ данных. Перечень лабораторных занятий приведен в календарно-тематическом плане. Выполнение лабораторных занятий является обязательным. Задания по лабораторным занятиям входят в состав модульных заданий. В них присутствуют темы рефератов, расчетная теоретическая часть, описание выполнения лабораторных работ и расчетная часть по экспериментальным данным.

### **✓ Задания для выполнения:**

Задания для выполнения представлены в трех вариантах:

- тесты к лекциям, по результатам которых разрешается переходить к прослушиванию следующего лекционного материала и регистрируется посещаемость занятий;
- модульные задания, в состав которых входят темы рефератов, расчетная теоретическая часть, описание выполнения лабораторных работ и расчетная часть по экспериментальным данным.

### **✓ Совместная работа студента с преподавателем (контактные часы):**

Во время контактных часов проводится 3 вида работ:

- защита лабораторных работ;
- консультации по выполнению модульных заданий;
- самостоятельное решение тренинговых и ситуативных задач в рамках заданий, входящих в структуру экзаменационного билета.

### **✓ Рубежный контроль:**

В объеме курса предусмотрено 2 рубежных контроля, проведение которых проводится в виде тестовых заданий по пройденному материалу, по результатам которых и выставляется оценка.

### **✓ Экзамен:**

Экзамен письменный (Take Home) в течение 2 часов и его наполняемость.

Например, экзамен – письменный, в каждом билете 3 задачи, в составе которых присутствуют тренинговые, технологические и ситуативные задания. На экзамене допускается использование справочного материала.

## **13. Критерии оценивания работ:**

<b>Оценка по буквенной системе</b>	<b>Цифровой эквивалент оценки</b>	<b>Критерий</b>
A	95 – 100	Полные теоретические ответы с предоставлением дополнительной, отсутствующей в лекционном материале, информации. Тщательное, аккуратное, своевременное и правильное выполнение всех видов заданий по курсу.
A -	90 – 94	Полные теоретические ответы в соответствии с материалами лекций. Своевременное и с небольшими стилистическими ошибками выполнение заданий по курсу.
B +	85 – 89	Теоретические ответы в соответствии с материалами лекций, но без приведения конкретных примеров. Раскрытие темы по всем

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент оценки	Критерий
		заданиям курса, но недостаточность привлечения литературных источников. Ответы на экзамене без приведения примеров.
B	80 – 84	Неполное раскрытие вопросов на экзамене по отдельным вопросам. Раскрытие темы по всем заданиям курса не в полном объеме.
B -	75 – 79	Неполное раскрытие вопросов на экзамене по отдельным вопросам. Раскрытие темы по всем заданиям курса не в полном объеме. Сложности с решением ситуативных задач.
C +	70 – 74	Неполное раскрытие вопросов на экзамене по отдельным вопросам. Поверхностное раскрытие темы по всем заданиям курса, ошибки в оформлении заданий по стандартам. Неумение решать ситуативные задачи.
C	65 – 69	Качественное выполнение не всех заданий курса. Отсутствие индивидуальности при выполнении заданий. Неполные ответы на экзамене.
C -	60 – 64	Выполнение не всех заданий курса. Неполные ответы на экзамене.
D +	55 – 59	Некачественное или неполное выполнение всех заданий курса. Неполные или не вполне правильные ответы на экзамене.
D	50 – 54	Некачественное выполнение выполнения заданий курса. Неполные или не вполне правильные ответы на экзамене.
F	0 – 49	Неполное и некачественное выполнение заданий по курсу. Неполные и неправильные ответы на экзамене.

*\*Возможно получение бонусных баллов за выполнение дополнительных заданий и оригинальность решения*

✓ **Критерии оценки выполнения заданий по лабораторным работам:** владение методикой выполнения лабораторной работы (проверяется во время контактных часов), полнота обработки полученных экспериментальных данных, умение формулировать выводы по лабораторной работе, своевременность выполнения и представления выдаваемых заданий по лабораторным работам. Оценка лабораторных работ осуществляется в форме «зачет / незачет».

✓ **Критерии оценки тестовых заданий:** оценка тестовых заданий проводится в соответствии с ключом правильных ответов при учете количества баллов, выделяемых на тестовое задание.

✓ **Критерии оценки модульных заданий:** владение методикой расчета задач модульных заданий, полнота и правильность решения модульных заданий, оригинальность решений.

✓ **Критерии выставления экзаменационной оценки:** правильность и полнота ответов, описаний хода решения, полнота ответов на тестовые задания.

✓ **Итоговый экзамен** охватывает и обобщает весь материал курса, проводится в письменном виде. Продолжительность экзамена 2 академических часа. Никаких дополнительных заданий к экзамену для повышения оценки в случае, если она низкая, выдаваться не будет. Пересдача экзамена не предусматривается.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Критерии	Отлично (0.9-1.0)	Хорошо (0.7-0.9)	Удовлетворительно (0.4-0.7)	Неудовл. (0-0.4)
Аккуратность расчета	Задания выполнены четко и аккуратно; все расчеты проведены математически верно	Имеются незначительные неточности в расчетах (минус 0.1 – за каждую неточность)	Задания выполнены неаккуратно, имеются значительные неточности в расчетах (минус 0.1 – за каждую неточность)	Задания выполнены небрежно, расчеты проведены неверно (минус 0.1 – за каждую неточность)
Творчество и креативность	Использование нестандартных способов решения; демонстрация знаний и их применения.	Стандартный подход в рамках методических указаний с ясным сценарным планом изложения	Стандартный подход в рамках методических указаний без демонстрации четкого плана изложения	Отклонение от минимального объема и содержания изложения
Полнота расчета	Расчеты проведены математически точно в полном объеме с использованием нестандартных способов решения	Задачи выполнены полностью с незначительными погрешностями (минус 0.1 – за каждую неточность)	Расчеты представлены либо со значительными погрешностями, либо выполнены не до конца.	Нет правильных ответов на вопросы; решение задач либо отсутствует, либо не имеет отношение к содержанию задачи.
Оригинальность	Приведено не менее двух вариантов решения, один из которых является нестандартным, сделаны выводы и при необходимости прогнозы	Приведены 2 стандартных варианта решения, сделаны выводы, но не приведены прогнозы	Приведен один стандартный вариант решения с выполнением выводов	Ответов нет ни стандартных, ни оригинальных

Каждая работа кроме тестов оценивается по 4 критериям:

- аккуратность расчета (А) – 10% (как точно и аккуратно рассчитана работа)
- творчество и креативность (Т) – 10 % (как и каким образом представлена работа)
- полнота расчета (З) – 80% (как глубоко, логично и структурно решена работа)

Общая оценка будет рассчитана по формуле:

$$\text{Оценка} = (A + T + Z) \times O$$

✓ **Максимальная оценка знаний по видам заданий**

Виды заданий	Расшифровка оценки	Сумма баллов
Выполнение модульных заданий (МЗ)	4МЗ*10= 40	40
Выполнение лабораторных работ (ЛР)	-	Зачет/

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Виды заданий	Расшифровка оценки	Сумма баллов
		незачет
1-я промежуточная аттестация (Midterm)	РК1*10 = 10	10
2-я финальная аттестация (Endterm)	РК2*10 = 10	10
Итоговый экзамен	Э1*40 = 40	40
Итого		100

**14. График сдачи требуемых работ**

№ п/п	Виды контроля	Макс балл недели	Недели										Итого макс. баллов	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Выполнение лабораторных работ (ЛР) или практических занятий (ПЗ)	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Зачет/незачет
3	Модульные задания (МЗ)	10		*		*			*			*	40	
4	1-я промежуточная аттестация (Midterm)	10						*					10	
5	2-я финальная аттестация (Endterm)	10										*	10	
6	Итоговый экзамен	40											40	
	Всего в сумме												100	

**15. Политика поздней сдачи работ:**

Требуется своевременная защита и полное выполнение всех видов работ, предусмотренных настоящим syllabusом. Предусматривается уменьшение максимального балла за сдачу работ на 10 % за несвоевременность. При пропуске экзамена по уважительной причине оформляется специальное разрешение и назначается дата, время и место сдачи экзамена.

**16. Политика посещения занятий при дистанционном обучении:**

- Обязательное дистанционное участие на учебных занятиях;
- Обязательное прочтение представленных материалов на странице дисциплины;
- Сдача заданий вовремя. Предусмотрены штрафы -10% за позднюю сдачу;
- Использование электронных гаджетов на текущих занятиях и контактных часах.

**17. Политика академического поведения и этики:**

- ✓ Будьте толерантны, уважайте чужое мнение.
- ✓ Возражения формулируйте в корректной форме.
- ✓ Плагиат и другие формы нечестной работы недопустимы. Недопустимы подкашивание и списывание во время экзаменов, сдача экзамена за другого магистранта. Студент, уличенный в фальсификации любой информации курса, получит итоговую оценку «F».
- ✓ В рамках обучения по дисциплине недопустимы любые коррупционные проявления в любой форме. Организатор таких действий (преподаватель студенты или третьи лица по их поручению) несут полную ответственность за нарушение законов РК.

**18. Правила КТО: оценка знаний**

Итоговая оценка по дисциплине включает оценки текущей успеваемости и итогового

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

контроля. Оценка текущей успеваемости (рейтинга допуска) составляет 60% от итоговой оценки знаний по дисциплине, оценка экзамена - 40% от итоговой оценки знаний по этой дисциплине. Таким образом, финальная оценка по каждой дисциплине определяется как сумма баллов, набранных студентом по результатам текущего и рубежных контролей успеваемости (рейтинг - максимум 60 баллов, минимум 30 баллов) и экзамена (итоговый контроль - максимум 40 баллов, минимум 20 баллов), что в совокупности составляет максимально 100 баллов.

Оценка «F» проставляется студенту:

- в случае, если обучающийся в течение семестра набрал менее 30 баллов (0-24 балла);
- при установленном факте несамостоятельного выполнения итогового контроля (экзамена), в том числе использования запрещенных средств и иных нарушениях студентом Правил поведения на экзамене;
- в случае неявки на экзамен без уважительной причины.
- в случае если при повторной передаче экзамена оценки FX студент не смог подтвердить суммарный пороговый уровень в 50 и более баллов.

Оценка «FX» проставляется студенту в случае, если в течение семестра студент набрал суммарно не менее 30 баллов, однако на экзамене не смог набрать пороговый балл за экзамен, равный 20 баллам, и/или не смог подтвердить суммарный пороговый уровень за дисциплину в 50 и более баллов.

При установлении факта несамостоятельного выполнения итогового контроля или наличия у студента шпаргалок, а также в иных случаях нарушения студентом Правил поведения на экзамене (списывание, использование электронных средств коммуникации и т.д.) студент удаляется с экзамена. При этом по дисциплине студенту проставляется финальная оценка «F», независимо от количества баллов, набранных им на протяжении семестра.

*Рассмотрено на заседании кафедры МПТУТСМ, протокол № 2 от « 27 » августа 2021 г.*

Составитель: ассистент-профессор



Усольцева Г.А.

**Список студентов, ознакомленных с syllabusом**

Специальность «6В07203 – Металлургия и обогащение полезных ископаемых»

с дистанционной формой обучения по дисциплине «Теория и практика рафинирования и разделения металлов»

№ п.п.	Ф.И.О. студента	Электронная почта студента	Отметка об ознакомлении*
1	<a href="#">Zhanat Alibayev</a>	Z.Alibayev@stud.satbayev.university	+
2	<a href="#">Romik Assanyan</a>	R.Assanyan@stud.satbayev.university	+
3	<a href="#">Ayan Kosherbayev</a>	A.Kosherbayev@stud.satbayev.university	+
4	<a href="#">Kuanysh Omarbekov</a>	K.Omarbekov@stud.satbayev.university	+
5	<a href="#">Maxim Ozhogin</a>	M.Ozhogin@stud.satbayev.university	+

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

*\* На основании опроса в Whats 'Up в условиях on line режима (например)*