

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Карагандинский государственный технический университет

**УТВЕРЖДАЮ**  
**Председатель Ученого совета,**  
**Ректор КарГТУ**  
\_\_\_\_\_ Газалиев А.М.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ СТУДЕНТА  
(SYLLABUS)**

Дисциплина ТРМ 2202 «Теория металлургических процессов»

Модуль РО5 «Профессионально-ориентированный»

Специальность 5В070900 «Металлургия»

Машиностроительный факультет

Кафедра «Нанотехнологии и металлургия»

Программа обучения по дисциплине для студента (syllabus) разработана:  
доц. к.т.н. Жукебаева Т.Ж,  
доц. к.т.н. Канунникова С.Г.

Обсуждена на заседании кафедры «Нанотехнологии и металлургия»

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Куликов В.Ю. «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

(подпись)

(ФИО)

Одобрена учебно-методическим советом \_\_\_\_\_ факультета

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель \_\_\_\_\_ Бузауова Т.М. «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

(подпись)

(ФИО)

## Сведения о преподавателе и контактная информация

Жукебаева Тулеша Жукебаевна к.т.н. доцент;

Канунникова Светлана Гавриловна к.т.н. доцент;

Кафедра НТМ находится в главном корпусе КарГТУ (Б.Мира, 56), аудитория 313, контактный телефон 8-(7212)56-59-35 доб. 1024.

## Трудоемкость дисциплины

Семестр	Количество кредитов	ECTS	Вид занятий					Количество часов СРС	Общее количество часов	Форма контроля
			количество контактных часов			количество часов СРС	всего часов			
			лекции	практические занятия	лабораторные занятия					
4	3	5	15	15	15	45	90	45	135	экзамен

## Характеристика дисциплины

Дисциплина «Теория металлургических процессов» входит в цикл профильных дисциплин и посвящена изучению основ химической термодинамики, кинетики и механизма процессов, используемых в технологиях производства черных и цветных металлов.

## Цель дисциплины

Дисциплина «Теория металлургических процессов» ставит целью приобретение знаний по ТМП, умение организовывать, реализовывать сложные высокотемпературные процессы, измерять входные и выходные параметры, навыков управления процессами, протекающими в опытных и промышленных металлургических агрегатах, реконструкции действующих и проектирования вновь сооружаемых металлургических объектов.

## Задачи дисциплины

Задачи дисциплины следующие:

В результате изучения данной дисциплины студенты должны:

иметь представление:

– о строении и свойствах металлических, оксидных, сульфидных и водных систем;

– по термодинамике и кинетике процессов пиро-, гидро- и электрометаллургической переработки минерального и техногенного сырья, солевых растворов и расплавов;

знать:

– современные теории и способы экстрактивной металлургии и основные направления развития теории и практики извлечения, и рафинирования металлов с учетом комплексного использования сырья, и современных экологических требований;

– создать теоретический фундамент, необходимый для дальнейшего творческого изучения специальных металлургических дисциплин.

уметь:

– анализировать и обобщать результаты исследований металлургических процессов, обосновывать достоверность и выявлять причины их отклонений от ожидаемых;

– использовать термодинамические модели с применением ЭВМ;

– формулировать рекомендации по интенсификации процесса, улучшению качества продукции и выбору аппаратуры.

приобрести практические навыки:

– выполнения расчетов по термодинамике и кинетике пиро- гидро- и электрометаллургических процессов;

– анализа действующих и проектируемых перспективных процессов, а также обоснования выбора наиболее эффективных процессов;

– прогнозирования показателей тех или иных конкретных процессов;

– оценки скорости отдельных стадий металлургических процессов и выявления лимитирующих скорость звеньев процессов;

### **Пререквизиты**

Для изучения данной дисциплины необходимо усвоение следующих дисциплин (с указанием разделов (тем)):

Дисциплина	Наименование разделов (тем)
1 Общая химия	Периодическая система Д.И.Менделеева. Типы химических связей.
2 Физика	Кристаллическое строение вещества. Строение атома и поляризация ионов.
3 Математика	Дифференциальное исчисление. Интегральное исчисление. Матричное исчисление.
4 Физическая химия	Законы в термодинамике. Энтропия, энтальпия. Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца. Основы квантовой механики.
5 Минералогия и МПИ	Понятия минералогии. Состав и свойства минералов. Минеральный состав и строение руд. Физико-механические свойства минералов и руд.

### **Постреквизиты**

Знания, полученные при изучении дисциплины «Теория металлургических процессов», используются при освоении следующих дисциплин: «Теплоэнергетика металлургических процессов», «Технология металлургических процессов».

### **Тематический план дисциплины**

Наименование раздела, (темы)	Трудоемкость по видам занятий, ч.
------------------------------	-----------------------------------

	лекции	практические	лабораторные	СРСП	СРС
1 Физико-химические основы металлургических процессов	1	-	-	3	3
2 Термодинамика и закономерности взаимодействия газов и сложных газовых атмосфер	1	2	2	3	3
3 Химическая прочность структур, соединений дефектность кристаллических структур	1	1	2	3	3
4 Механизм и кинетика окисления твердых металлов	1	1	2	3	3
5 Основные теоретические положения о механизме восстановления металлов и твердых оксидов	1	1	2	3	3
6 Взаимодействие сульфидов с газами, металлами и оксидами	1	1	2	3	3
7 Науглероживание железа оксидом углерода	1	1	-	3	3
8 Строение и свойства металлургических расплавов	1	1	2	3	3
9 Термодинамика шлаковых систем	2	2	-	4	4
10 Взаимодействие растворенных элементов на основе железа	1	1	-	4	4
11 Термодинамические закономерности реакции окисления углерода в кислородосодержащем железе	1	1	1	4	4
12 Кинетика высокотемпературных гетерогенных металлургических реакций	1	1	1	3	3
13 Кинетические закономерности реакции обезуглероживания	1	1	1	3	3
14 Укрупнение и скорость разделения фаз	1	1	-	3	3
<b>ИТОГО:</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>45</b>	<b>45</b>

### **Перечень практических (семинарских) занятий**

- 1 Термодинамические характеристики реакций горения при высоких температурах.
- 2 Диссоциация газов при высоких температурах.
- 3 Равновесие давление кислорода в системе металл – оксид металла
- 4 Стандартное изменение свободной энергии образования оксидов металлов.
- 5 Влияние образования растворов на прочность оксидов
- 6 Процессы восстановления оксидов металлов
- 7 Восстановление оксидов металлов газообразными восстановителями.
- 8 Расчет активностей компонентов металлического расплава по экспери-

ментальным данным.

9 Расчет коэффициентов активности в сложном металлическом расплаве.

10 Расчет активностей компонентов шлакового расплава по теории регулярных ионных растворов.

11 Расчет активностей компонентов шлака как фазы, имеющей коллективную электронную систему.

12 Распределение кислорода между металлом и шлаком.

13 Распределение элементов между металлом и шлаком в восстановительных условиях.

14 Взаимодействие растворенных элементов с кислородом.

15 Взаимодействие растворенных элементов с азотом.

### Перечень лабораторных занятий

1 Исследование равновесия реакции газификации углерода углекислым газом.

2 Исследование взаимодействия углерода с водяным паром.

3 Изучение диссоциации карбонатов (оксидов).

4 Определение упругости диссоциации оксидов меди.

5 Термографическое исследование разложения образование карбонатов.

6 Изучение кинетики изотермического разложения карбоната кальция.

7 Исследование кинетики окисления твердых сплавов железа.

8 Изучение кинетики прямого восстановления оксидов металлов.

### Тематический план самостоятельной работы студента с преподавателем

Наименование темы СРСП	Цель занятия	Форма проведения занятия	Содержание задания	Рекомендуемая литература
1. Свойства высокотемпературной газовой фазы	Термодинамический анализ реакции с участием газовой фазы	Практич.	Определение $\Delta G^\circ$ для оценки хим. сродства, для расчета $K_p$	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ]
2. Кислородный потенциал газовой фазы	Определение кислородных потенциалов и сравнение по их величине прочности, свойств	Практич.	Расчеты $\pi_o$ , изменение $\Delta G^\circ$	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ]
3. Диссоциация карбонатов.	Термодинамика процесса диссоциации	Практич.	Расчеты упругости диссоциации карбонатов	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ]
4. Влияние фазовых превращений на прочность оксидов металлов.	Знать законы превращений	Беседа	Работа с диаграммами равновесия Fe – C – O Fe – H – O	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ]

5. Металлотермическое восстановление.	Уметь выбрать восстановители по величине $\Delta G^\circ - f(T)$ для окислов	Обсуждение	Рефераты по теме: Алюмотермия, Силикотермия, Магнийтермия	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ] [11]
6. Активность компонентов в металлическом расплаве.	Металлические расплавы и их термодинамические характеристики	Практич.	Расчеты концентраций компонентов в растворе, расчеты активностей	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ] [11]
7. Процессы взаимодействия в металлических расплавах	Термодинамика процессов. Условия равновесия	Практич.	Определение равновесных концентраций примесей в металле, предельное содержание их в металле	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ] [11]
8. Шлаковые системы	Роль и функции шлаков	Беседа	Работа с диаграммами $SiO_2 - Al_2O_3 - CaO$	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ] [11]
9. Гидрометаллургические процессы	Ознакомиться с процессами выщелачивания	Обсуждение	Реферат	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ] [5]

### Темы контрольных заданий для СРС

- 1 Реакция водяного газа и свойства сложных газовых смесей.
- 2 Взаимодействие углерода с кислородосодержащей газовой фазой.
- 3 Влияние вакуума на прочность оксидов.
- 4 Термодинамические характеристики прочности сульфидов.
- 5 Восстановление оксидов металлов твердым углеродом.
- 6 Определение активностей компонентов шлаковых расплавов по обобщенным диаграммам.
- 7 Распределение фосфора между металлом и шлаком.
- 8 Распределение серы между металлом и шлаком.
- 9 Взаимодействие растворенных элементов с водородом.

### Критерии оценки знаний студентов

Экзаменационная оценка по дисциплине определяется как сумма максимальных показателей успеваемости по рубежным контролям (до 60%) и итоговой аттестации (экзамен) (до 40%) и составляет значение до 100% в соответствии с таблицей.

Оценка по буквенной системе	Цифровые эквиваленты буквенной оценки	Процентное содержание усвоенных знаний	Оценка по традиционной системе
-----------------------------	---------------------------------------	--	--------------------------------

A	4,0	95-100	Отлично
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Хорошо
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-79	
C+	2,33	70-74	Удовлетворительно
C	2,0	65-69	
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D	1,0	50-54	
F	0	30-49	Неудовлетворительно
Z	0	0-29	

Оценка «А» (отлично) выставляется в том случае, если студент в течение семестра показал отличные знания по всем программным вопросам дисциплины, а также по темам самостоятельной работы, регулярно сдавал рубежные задания, проявлял самостоятельность в изучении теоретических и прикладных вопросов по основной программе изучаемой дисциплины, а также по внепрограммным вопросам.

Оценка «А-» (отлично) предполагает отличное знание основных законов и процессов, понятий, способность к обобщению теоретических вопросов дисциплины, регулярную сдачу рубежных заданий по аудиторной и самостоятельной работе.

Оценка «В+» (хорошо) выставляется в том случае, если студент показал хорошие и отличные знания по вопросам дисциплины, регулярно сдавал семестровые задания в основном на «отлично» и некоторые на «хорошо».

Оценка «В» (хорошо) выставляется в том случае, если студент показал хорошие знания по вопросам, раскрывающим основное содержание конкретной темы дисциплины, а также темы самостоятельной работы, регулярно сдавал семестровые задания на «хорошо» и «отлично».

Оценка «В-» (хорошо) выставляется студенту в том случае, если он хорошо ориентируется в теоретических и прикладных вопросах дисциплины как по аудиторным, так и по темам СРС, но нерегулярно сдавал в семестре рубежные задания и имел случаи пересдачи семестровых заданий по дисциплине.

Оценка «С+» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если он владеет вопросами понятийного характера по всем видам аудиторных занятий и СРС, может раскрыть содержание отдельных модулей дисциплины, сдает на «хорошо» и «удовлетворительно» семестровые задания.

Оценка «С» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если он владеет вопросами понятийного характера по всем видам аудиторных занятий и СРС, может раскрыть содержание отдельных модулей дисциплины, сдает на «удовлетворительно» семестровые задания.

Оценка «С-» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если студент в течение семестра регулярно сдавал семестровые задания, но по вопросам аудиторных занятий и СРС владеет только общими понятиями и может объяснить только отдельные закономерности и их понимание в рамках кон-



кретной темы.

Оценка «D+» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если он нерегулярно сдавал семестровые задания, по вопросам аудиторных занятий и СРС владеет только общими понятиями и может объяснить только отдельные закономерности и их понимание в рамках конкретной темы.

Оценка «D» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если он нерегулярно сдавал семестровые задания, по вопросам аудиторных занятий и СРС владеет минимальным объемом знаний, а также допускал пропуски занятий.

Оценка «F» (неудовлетворительно) выставляется тогда, когда студент практически не владеет минимальным теоретическим и практическим материалом аудиторных занятий и СРС по дисциплине, нерегулярно посещает занятия и не сдает вовремя семестровые задания.

Оценка «Z» (неудовлетворительно) выставляется тогда, когда студент не владеет минимальным теоретическим и практическим материалом аудиторных занятий и СРС по дисциплине, пропустил более половины занятий и не представил вовремя семестровые задания.

Рубежный контроль проводится на 4-й и 14-й неделях обучения и складывается исходя из следующих видов контроля:

Вид контроля	% -ое содержание	Академический период обучения, неделя															Итого, %	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Посещаемость	1,0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	15
Конспекты лекций	1,0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	15
Защита лаб. работ	2,8		*		*		*		*		*		*		*		20	
Письменный опрос	5,0							*							*		10	
Экзамен																	40	
Всего по аттестации								30								30	60	
Всего																	100	

### График выполнения и сдачи заданий по дисциплине

Вид контроля	Цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность выполнения	Форма контроля	Срок сдачи	Баллы
1	2	3	4	5	6	7
Выполнение лаб. работы №1	Ознакомиться с методикой проведения исследования. Определение $K_p$ – реакции газификации углерода	[ 1 ], [ 2 ], [ 3 ], [ 12 ]	2 недели	Текущий	2 недели	

Выполнение лаб. работы №2	Определение $K_p$ – реакции взаимодействия углерода с водяным паром	[ 1 ], [ 2 ], [ 3 ],	2 недели	Текущий	4неделя	
Выполнение лаб. работы №3	Определение упругости диссоциации карбонатов, оксидов	[ 1 ], [ 2 ], [ 3 ],	2 недели	Текущий	6неделя	
Отчет по СРС (тема 1-3)	Углубление знаний по темам	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ]	6 недель	Текущий	6неделя	
Выполнение лаб. работы №4	Получение навыков определения упругости диссоциации.	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ]	1 неделя	Текущий	7неделя	10
Письменный опрос	Закрепление теоретических знаний и практических навыков	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ] Конспекты лекций	1 контактный час	Рубежный	7неделя	20
Выполнение лаб. работы №5	Ознакомиться с оборудованием и методикой проведения эксперимента	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ]	4 недели	Текущий	10неделя	
Выполнение лаб. работы №6	Определение кинетических характеристик реакций	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ]	2 недели	Текущий	12неделя	
Выполнение лаб. работы №7	Исследование кинетики окисления твердых сплавов железа	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ]	1 неделя	Текущий	13неделя	
Выполнение лаб. работы №8	Закрепление знаний по кинетики процессов	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ]	1 неделя	Текущий	14неделя	
Отчет по СР (тема 3-5)	Углубить знания по темам	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ]	8 недель	Текущий	14неделя	10
Письменный опрос	Закрепление теоретических и практических навыков	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ] конспект лекции	1 контактный час	Рубежный	14неделя	20
Экзамен	Проверка усвоения материала дисциплины	Перечень основной дополнительной литературы	2 контактных часов	Итоговый	В период сессии	40
Итого						100

### **Политика и процедуры**

При изучении дисциплины «Теория металлургических процессов» прошу соблюдать следующие правила:

1 Не опаздывать на занятия.

2 Не пропускать занятия без уважительной причины, в случае болезни прошу представить справку, в других случаях – объяснительную записку.

3 В обязанности студента входит посещение всех видов занятий.

4 Согласно календарному графику учебного процесса сдавать все виды контроля.

5 Пропущенные практические и лабораторные занятия отрабатывать в указанное преподавателем время.

### **Список основной литературы**

1 Попель Д.К. Теория пирометаллургических процессов. М.: Металлургия, 1991 г.

2 Рыжонков Д.И. и др. Теория металлургических процессов. М.: Металлургия, 1989 г, 391с.

3 Арсентьев П.П. Экспериментальные работы по теории металлургических процессов. М.: Металлургия, 1989 г, 287с.

4 Казачков Е.А. Расчеты по теории металлургических процессов. М.: Металлургия, 1988 г, 288 с.

5 Каковский И.А. Набойченко С.С. Термодинамика и кинетика гидрометаллургических процессов. Алма-Ата: Наука 1986 г.

6 Гольдштейн Н.Л. Краткий курс теории металлургических процессов. Свердловск 1961 г 334 с.

7 Тлеугабулов С.М. Теория и технология твердофазного восстановления железа углеродом. Алматы: Гылым, 1992 г 311 с.

8 Карабасов Ю.С., Чижиков В.Т. Физико-химия восстановления железа из оксидов. М.: Металлургия, 1986 г. 200 с.

9 Борнацкий И.И. Теория металлургических процессов. Киев-Дронецк, Вища школа, 1978 г.

10 Линчевский Б.В. Техника металлургического эксперимента. М.: Металлургия, 1978 г.

11 Рыжонков Д.И., Падерин С.Н., Серов Г.В. и др. Расчеты металлургических процессов на ЭВМ. М.: Металлургия, 1987 г.

12 Арсентьев П.П. Падерин С.Н., Серов Г.В. и др. Экспериментальные работы по теории металлургических процессов. М.: Металлургия, 1989 г.

### **Список дополнительной литературы**

1 Айзатулов Р.С., Харлашин П.С., Протопопов Е.В., Назюта Л.Ю. Теоретические основы сталеплавильных процессов. М., МИСИС, 2002 г.

2 Шишкин Ю.И., Лукин Г.П. Металлургические расчеты. Алматы 2002 г. 115 с.

3 Симбинов Р.Д. Технологические расчеты металлургических процессов. Алматы 1993 г., 146 с.

4 Панчук А.Г. Торговец А.К. Методические рекомендации по выполнению проблемно-постановочных и научно-исследовательских работ по курсу «Теория металлургических процессов» часть 1. Алма-Ата изд. РУМК, 1987 г.

**ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ СТУДЕНТА  
(SYLLABUS)**

по дисциплине «Теория металлургических процессов»

Модуль РО5 «Профессионально-ориентированный»

Гос. изд. лиц. № 50 от 31.03.2004.

Подписано к печати \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Формат 90x60/16. Тираж \_\_\_\_\_ экз.

Объем \_\_\_ уч. изд. л. Заказ № \_\_\_\_\_ Цена договорная

---

100027. Издательство КарГТУ, Караганда, Бульвар Мира, 56