

Титульный лист программы  
обучения по дисциплине  
(Syllabus)



Форма  
Ф СО ПГУ 7.18.3/37

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова  
Кафедра металлургии

## **ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Syllabus)**

дисциплины «Кристаллография и минералогия»

для студентов специальности 5В070900 «Металлургия»

Павлодар



## 1 Сведения о преподавателях и контактная информация

Кафедра металлургии

Факультет металлургии, машиностроения и транспорта

Старший преподаватель Тусупбекова М.Ж. – лекции, лабораторные, практические занятия, СРСП

Тел. (8-3182) 673623

Приемные часы 10<sup>00</sup> – 12<sup>00</sup> каждую пятницу № ауд. Б1-224

## 2 Данные о дисциплине

Курс 1 (2 семестр – экзамен).

## 3 Трудоемкость дисциплины

Семестр	Количество кредитов	Количество контактных часов по видам аудиторных занятий				Количество часов самостоятельной работы студента		Формы контроля
		всего	лекции	практ	лабораторные	всего	СРСП	
2	3	18	9	3	6	117	18	экзамен

## 4 Цель дисциплины

Ознакомление с основными понятиями и методами структурной кристаллографии и кристаллохимии, используемых при решении металловедческих вопросов, а также основ теории дефектов кристаллического строения металлов и сплавов.

## Задачи дисциплины

Объяснение студентам, что все физико-химические и механические свойства металлов и сплавов зависят от их фазового состава и структуры, которые в свою очередь формируются в зависимости от их химического состава и режимов обработки.

## 5 Требования к знаниям и умениям и навыкам

знать:

- основные методы изучения кристаллов, их классификацию;
- классификацию минералов;
- руды и минералы, имеющие большое практическое значение для металлургии;
- зависимость между строением, составом, структурой и свойствами материалов.;

уметь:

- расчетным путем построить диаграммы фазовых равновесий металлических систем;
- объяснять формирование фазового состава и структуры сплавов.

## Содержание:

Основные методы изучения кристаллов, минералов и их свойств, различие их по свойствам и характеристикам; основные понятия металлографии, методы металлографических исследований металлов и сплавов. Изучение закономерностей фазовых превращений, происходящих в металлах и сплавах в зависимости от их химического состава и режимов обработки, а также о формировании фазового состава, структуры и свойств промышленных металлов и сплавов. Типы дефектов и их влияние на свойства металлов и сплавов.

## 6 Пререквизиты

Для освоения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, приобретенные при изучении следующих дисциплин: физика, химия, физическая химия, математика, программирование.

## 7 Постреквизиты

Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины необходимы для освоения следующих дисциплин: теория металлургического производства, электролизное производство алюминия, технология металлургического производства I, металлургия благородных металлов.

## 8 Тематический план дисциплины

№ п/п	Наименование тем	Количество часов				
		Лек.	Практ.	Лаб.	СРСП	СРС
	Введение.					
1	Общая характеристика геологических дисциплин	1	1			4
2	Основы геометрической кристаллографии	1	1			4
3	Элементы кристаллохимии		1			8
4	Точечные дефекты	1				8
5	Линейные дефекты (дислокации)	1			4	8
6	Поверхностные дефекты.				4	8
7	Атомно-кристаллическое строение.	1		1		8
8	Кристаллизация металлов.	1				9
9	Деформация металлов.	1		1		9
10	Строение твердых фаз.	1		1	4	8
11	Двухкомпонентные системы.	1		1		8
12	Трехкомпонентные системы.				4	8
13	Диаграмма состояния железо-углерод (-цементит).				2	9
<b>Итого по дисциплине - 135</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>99</b>	

## **9 Краткое описание дисциплины**

Дисциплина «Кристаллография и металлография» позволяет понять и проанализировать многие процессы, протекающие в металлах и сплавах – связь между совершенством кристаллического строения и свойствами металлов и сплавов, изучения о точечных, линейных и поверхностных дефектах кристаллического строения, о дефектах структуры реальных кристаллов в решении проблем пластичности металлов и сплавов и установления связи дефектов атомно-кристаллической структуры с процессами, происходящими в металлах и сплавах.

## **10 Компоненты курса**

### **Содержание тем дисциплины**

#### **Тема 1. Общая характеристика геологических дисциплин**

Понятие о кристалле и аморфных веществах. Химический состав минералов. Морфология и физические свойства минералов. Процессы минералообразования. Классификация минералов. Парагенезис минералов. Методы изучения минералов.

Петрография. Основные теории генезиса месторождения полезных ископаемых; промышленные типы месторождений.

#### **Тема 2. Основы геометрической кристаллографии**

Характеристика кристаллического состояния. Анизотропия свойств. эмпирические законы кристаллографии. Геометрические способы описания кристаллов. Пространственные решетки, кристаллографические системы координат. индексы кристаллографических направлений и плоскостей. Индексы в гексагональной системе координат. Элементарная ячейка, ее параметры. Системы трансляций. Принцип выбора элементарной ячейки. Простые и сложные элементарные ячейки. Понятие базиса. Типы Решеток Бравэ. Симметрия. Элементы симметрии и симметричные преобразования. Простые и сложные (составные) элементы симметрии. Вывод 32 классов симметрии (точечных групп). Распределение классов по сингониям. Общие определения и системы обозначений классов симметрии. Формула симметрии.

#### **Тема 3. Элементы кристаллохимии**

Принципы упаковки кристаллических структур. Коэффициент компактности (плотность упаковки), координационные числа и координационные многогранники. Понятие атомного радиуса. Связь структур с типами связи. Описание кристаллических структур с помощью теории плотнейших упаковок. Кристаллохимическая характеристика основных типов металлических структур.

#### **Тема 4. Точечные дефекты**

Вакансии, межузельные атомы, атомы примеси. Механизмы образования точечных дефектов (механизм Шттоки, дефекты Френкеля). Поры в различных по типу кристаллических структурах, их заполнение межузельными атомами. Искажение кристаллической решетки вокруг точечных дефектов.

#### **Тема 5. Линейные дефекты (дислокации)**

Понятие о дислокациях, виды дислокаций. Краевые дислокации, образование краевой дислокации в результате сдвига. Линия дислокации. Ядро дислокации. Винтовая дислокация, ее особенности. Вектор Бюргерса, его величина и направление. Движение дислокаций.

#### **Тема 6. Поверхностные дефекты.**

Понятие о границах раздела, их классификация. Строение малоугловых границ. Дислокационный механизм процесса полигонизации. Высокоугловые границы.

#### **Тема 7. Атомно-кристаллическое строение.**

Простые и переходные металлы. Атомно-кристаллическое строение чистых металлов. Кристаллические решетки. Межатомные связи в металлах. Способы размещения атомов в кристаллических решетках. Физические свойства металлических материалов (электрические и магнитные свойства, температуры плавления и испарения, ионизационные потенциалы и др.).

#### **Тема 8. Кристаллизация металлов.**

Общие закономерности фазовых превращений. Зависимость свободной энергии фаз от температуры. Термодинамические условия протекания процесса кристаллизации. Механизмы образования зародышей твердой фазы. Гомогенное и гетерогенное зарождение. Скорости образования и роста кристаллов. Механизмы роста кристаллов. Степень переохлаждения. Взаимосвязь между скоростями образования и роста кристаллов и степенью переохлаждения расплавов. Форма кристаллов. Факторы, влияющие на форму кристаллов. Дендритная кристаллизация и ликвация. Строение слитка. Образование пор пустот и газовых пузырьков. зональная ликвация. Распределение примесей внутри слитка.

#### **Тема 9. Деформация металлов.**

Упругая и пластическая деформация металлов. Диаграмма растяжения металлов. Изменения, происходящие в металлах при упругой деформации. пластическая деформация. Дислокационные механизмы пластической деформации поликристаллов. Плоскости и направления сдвига. Деформация сдвига и двойникования. Упрочнение металлов при пластической деформации.

#### **Тема 10. Строение твердых фаз.**

Твердые растворы. Твердые растворы внедрения и замещения. ограниченные и неограниченные твердые растворы. Факторы, влияющие на растворимости компонентов друг в друге в твердом состоянии. Промежуточные фазы.

#### **Тема 11. Двухкомпонентные системы.**

Кристаллизация двухкомпонентных сплавов и формирования их фазового состава и структуры при охлаждении в твердом состоянии. Термодинамические условия фазовых равновесий. Методы построения диаграмм фазовых равновесий. Правило фаз. Фазовые диаграммы систем с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состояниях. Фазовые диаграммы систем с отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии. Фазовые диаграммы эвтектических и перитектических систем. Фазовые диаграммы систем с полиморфными превращениями. Фазовые диаграммы систем промежуточными фазами, упорядоченными твердыми растворами.

#### **Тема 12. Трехкомпонентные системы.**

Способы изображения фазовых диаграмм трехкомпонентных систем. Основные типы фазовых диаграмм тройных систем.

#### **Тема 13. Диаграмма состояния железо-углерод (-цементит).**

Технически чистое железо. Аллотропия железа. Критические температуры. Свойства железа. Атомно-кристаллическое строение фаз, образующихся в системе железо-углерод. Фазовые диаграммы систем железо-углерод и железо-цементит. Формирования фазового состава и структуры углеродистых сталей. Формирование фазового состава и структуры белых и серых чугунов.

### **Содержание практических занятий**

#### **Тема 1. Общая характеристика геологических дисциплин.**

Занятие №3. Определение минералов по морфологическим и физическим признакам.

#### **Тема 2. Основы геометрической кристаллографии.**

Занятие №1. Определение элементов симметрии моделей кристаллов. Вида симметрии, категорий, сингонии.

#### **Тема 3. Элементы кристаллохимии.**

Занятие № 5. Определение минералов с помощью паяльной трубки (сухим анализом).

### **Содержание лабораторных занятий**

### **Тема 7. Атомно-кристаллическое строение.**

Занятие № 1. Изучение металлографического микроскопа.

Занятие № 2. Приготовление образца для изучения микроструктуры с помощью светового микроскопа.

### **Тема 9. Деформация металлов.**

Занятие № 4. Микроструктура и твердость пластически деформированного и рекристаллизованного металла

### **Тема 10. Строение твердых фаз.**

Занятие № 5. Микроструктура сплавов двойных систем с эвтектическим, перитектическим или монотектическим превращениями

### **Тема 11. Двухкомпонентные системы.**

Занятие № 6. Макро- и микроструктура литой и горячедеформированной углеродистой стали

Занятие № 7. Изменение твердости при старении дуралюминия и технического железа

## **Содержание самостоятельной работы студента**

### **Перечень видов СРС**

<b>№</b>	<b>Вид СРС</b>	<b>Форма отчетности</b>	<b>Вид контроля</b>	<b>Объем в часах</b>
1	Подготовка к лекционным занятиям		Участие на занятии	15
2	Изучение материала, не вошедшего в содержание аудиторных занятий	Конспект	Устный опрос	32
3	Подготовка к контрольным мероприятиям		РК 1, РК 2, тестирование и др.	5

### **Содержание СРСП**

#### **Тема 1. Кристаллизация.**

Занятие 6. Образование кристаллов.

Занятие 7. Структура затвердевшего металла.

Занятие 8. Неметаллические включения.

#### **Тема 2. Микроструктура железа, сталей и чугунов.**

Занятие 9. Диаграмма состояния железо-углерод и кривые изотермического превращения

Занятие 10. Чугун.

#### **Тема 3. Наклеп и рекристаллизация.**

Занятие 11. Наклеп.

Занятие 12. Влияние нагрева на строение и свойства деформированного металла (рекристаллизационные процессы).

### **Темы, предлагаемые студентам для самостоятельного изучения**

Тема 1. Систематика минералов.

Тема 2. Важнейшие железные руды.

Тема 3. Углеродистые стали. Сталь различных способов производства.

Тема 4. Алюминий и его сплавы. Свойства алюминия. Классификация алюминиевых сплавов.

Тема 5. Руды для производства ферросплавов

Тема 6. Получение чугуна. Виды чугунов.

Тема 7. Разные цветные сплавы.

## 11 Литература

### Основная литература

1. Торопов Н.А., Булак Л.Н. Кристаллография и минералогия. Издание третье, переработанное и дополненное. – Ленинград, 1972. – 504 с.
2. Торопов Н.А., Булак Л.Н. Лабораторный практикум по минералогии. – Стройиздат, Ленинградское отделение, 1969. – 240 с.
3. Годовиков А.А. Минералогия. М.: Недра, 1975. – 520 с.
4. Васильев Д.М. Физическая кристаллография: Учебное пособие для вузов. – М.: Металлургия, 1972. – 279 с.
5. Гумилевский С.А. и др. Кристаллография и минералогия: Учебное пособие для вузов /Гумилевский С.А., Луговский Г.П., Киришон В.М., Гинзбург А.И. – М.: Высш.шк., 1972. – 280 с.
6. Мейер К. Физико-химическая кристаллография /Пер. с нем.: Под ред. Щукина Е.Д. – М.: Металлургия, 1972. – 480 с.
7. Лазаренко Е.К. Курс минералогии: Учебник для студентов геологических специальностей университетов. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1971. – 607 с.
8. Миловский А.Б. Минералогия и петрография: Учебник для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1973. – 368 с.
9. Батти Х., Принг А. Минералогия для студентов: Пер. с англ. – М.: Мир, 2001. – 429 с.
10. Кленов А.С. Занимательная минералогическая энциклопедия. – М.: Педагогика-Пресс, 2000. – 224 с.: ил.
11. Лившиц Б.Г. Металлография. М. «Металлургия». 1990. 334 с.
12. Штрюбел Г., Циммер З.Х. Минералогический словарь. М.: Мир. 1987.
13. Юшкин Н.П. Топоминералогия. М.: Недра, 1982.

### Дополнительная литература

1. Банн Ч. Кристаллы. Их роль в природе и науке. - М.: Мир, 1970. – 312 с.
2. Грум-Гржимайло С.В. Приборы и методы для оптического исследования кристаллов. - М.: «Наука», 1972. – 128с.
3. Стойбер Р., Морзе С. Определение кристаллов под микроскопом /Пер. с англ.: Под ред. Петрова В.П. – М.: Мир, 1974. – 281 с.
4. Гавриленко В.В. Экологическая минералогия и геохимия месторождений полезных ископаемых. Изд-во СПбГИ, 1993.
5. Гаранин В.К., Кудрявцева Г.П. Применение электронно-зондовых приборов для изучения минерального вещества. М.: Недра, 1983.
6. Гинзбург К.И., Кузьмин В.И., Сидоренко Г.Д. Минералогические исследования в практике геологоразведочных работ. М. Недра, 1981.
7. Лахтин Ю.А. Материаловедение. – М.: Машиностроение, 1990 г. – 528 с.
8. Гуляев А.П. Металловедение. – М.: Металлургия, 1978 г. – 654 с.



### Календарный график контрольных мероприятий

по выполнению и сдаче заданий по выполнению и сдаче заданий на СРС и работе на занятиях по дисциплине «Кристаллография и металлография» для студентов заочной формы обучения специальности 5В070900 «Металлургия»

1 рейтинг						
Недели		Макс. балл за 1 занятие	Уч.сессия	Межсес- ис. период	Экзаменац ион. сессия	Всего
Максимальный балл						
Посещение и подготовка к лекциям	Вид СРС/форма отчётн.		ДЗЛ		ДЗЛ	
	Форма контроля		У		У	
	Макс.балл	2	12	-	6	18
Посещение и подготовка к практическим занятиям	Вид СРС/форма отчётн.		ДЗПр			
	Форма контроля		О			
	Макс.балл	2+4	18			18
Посещение и подготовка к лабораторным занятиям	Вид СРС/форма отчётн.		ДЗЛб		ДЗЛб	
	Форма контроля		О		О	
	Макс.балл	2+4	18		18	36
Самостоятельно е изучение материала	Вид СРС/форма отчётн.			ДЗСИ	ДЗСИ1	
	Форма контроля			Р	О	
	Макс.балл			10	18	28

Условные обозначения: ДЗЛ, ДЗПр, ДЗЛб – домашнее задание на подготовку к лекциям, практическим, лабораторным занятиям, У - участие в учебном процессе, Д – допуск, ЭЧ – электронный чертеж, ДЗСИ1 – домашнее задание №1 на самостоятельное изучение материала; Р – реферат.

#### Методика расчета итогового рейтинга

Итоговая оценка складывается из оценок Рейтинга Допуска (РД) и Итогового Контроля (ИК) с учетом их весовых долей (ВДРД и ВДИК).

$$И = РД \cdot ВДРД + ИК \cdot ВДИК$$

Ученым советом университета установлены следующие весовые доли по видам контроля и текущей успеваемости.

Вид итогового контроля	Вид контроля	Весовые доли
Экзамен	Экзамен (ВДИК)	0,4
	Контроль текущей успеваемости (ВДРД)	0,6

Оценка рейтинга допуска студента по дисциплине за семестр равна

$$PД = (P1 + P2)/2$$

Рейтинг (P1 и P2) студента определяется по формуле

$$P1(2) = TУ1(2) \cdot 0,7 + PК1(2) \cdot 0,3$$

Текущая Успеваемость (ТУ) определяется по 100 бальной шкале (см. Календарный график контрольных мероприятий).

Оценка Рубежного Контроля (РК) так же определяется по 100 бальной шкале.

Оценка Итогового Контроля (ИК) то же определяется по 100 бальной шкале.

Итоговый рейтинг по дисциплине в баллах в соответствии с таблицей переводится в цифровой эквивалент, буквенную и традиционную оценку и вносится в «Журнал учебных достижений обучающихся» и «Рейтинговую ведомость».

Итоговая оценка в баллах (И)	Цифровой эквивалент баллов (Ц)	Оценка в буквенной системе (Б)	Оценка по традиционной системе (Т)	
			Экзамен, диф. зачет	Зачет
95-100	4	A	Отлично	Зачтено
90-94	3,76	A-		
85-89	3,33	B+	Хорошо	
80-84	3,0	B		
75-79	2,67	B-		
70-74	2,33	C+	Удовлетворительно	
65-69	2,0	C		
60-64	1,67	C-		
55-59	1,33	D+		
50-54	1,0	D		
0-49	0	F	Не удовлетворительно	Не зачтено

## 11 Политика курса

По кредитной технологии обучения для всех курсов и по всем дисциплинам ПГУ им. С. Торайгырова применяется рейтинговый контроль знаний студентов.

Рейтинг дисциплины, которая включена в рабочий учебный план специальности, оценивается по 100-бальной шкале.

Самостоятельная работа включает в себя теоретическое изучение вопросов, касающихся тем лекционных занятий, которые не вошли в теоретический курс или же были рассмотрены кратко, их углубленная проработка по рекомендуемой литературе.

Теоретическая проработка каждой темы должна заканчиваться составлением конспекта по изученным вопросам, предоставлением конспекта на проверку преподавателю.

Самостоятельная работа студента с преподавателем включает в себя более углубленное изучение и закрепление тем лекционных занятий. Для занятий СРСП студент готовится по

материалам темы и отвечает на поставленные вопросы. В случае пропуска занятий, студент может сдать пропущенный материал на следующей неделе.

Первый и второй рубежный контроль проводится в виде опроса по пройденным темам, по билетам или тестам и оценивается по 100 бальной системе.

К рубежному контролю (РК) по дисциплине допускаются студенты, имеющие баллы по Текущему Контролю (ТУ).

Рейтинг не определяется, если студент не прошел Рубежный Контроль (РК) или получил по РК менее 50 баллов. В данном случае декан устанавливает индивидуальные сроки сдачи РК.

В конце 2-го семестра предусмотрен экзамен.

Экзамен проводится по билетам, содержащим по три вопроса в каждом, или по тестам с вариантами по 50 вопросов. Экзамен оценивается по столбальной системе.

К итоговому контролю (ИК) по дисциплине допускаются студенты, выполнившие все требования рабочей учебной программы (выполнение и сдача всех лабораторных и практических работ, работ и заданий по СРС и СРСП), получившие положительную оценку за защиту курсовой работы (семестровой работы) и набравшие рейтинг допуска (не менее 50 баллов).

Итоговая оценка по дисциплине подсчитывается только в том случае, если обучающийся имеет положительные оценки, как по рейтингу допуска, так и по итоговому контролю. Не явка на итоговый контроль по неуважительной причине приравнивается к оценке «не удовлетворительно».

Я прошу Вас не опаздывать на занятия, не входить в аудиторию после преподавателя! за опоздание на занятие студент не допускается на занятие, т.к. он нарушает ход учебного занятия. Также за нарушение дисциплины студент удаляется из аудитории и проставляется 0 баллов.

Списывание при сдаче экзамена не допустимо. За списывание на контрольном мероприятии студент удаляется из аудитории и ему выставляется 0 баллов.

Если в силу каких-либо уважительных причин вы отсутствовали во время проведения контрольного мероприятия, вам предоставляется возможность пройти его в дополнительно назначенное преподавателем время (РК и ИК сдаются с разрешения декана), в противном случае вы получаете «0» баллов.