



**Негосударственное частное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Технический университет УГМК»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ  
МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ**

**Направление подготовки**

**22.03.02 Metallurgy**

**Профиль подготовки**

**Metallurgy of non-ferrous metals**

**Уровень высшего образования**

**Applied Bachelor**

Рассмотрено на заседании кафедры Metallurgy  
Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма  
2021

Задания и методические указания к выполнению самостоятельной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Металловедение».

Код направления и уровня подготовки	Название направления	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
22.03.02	Металлургия	04.12.2015	1427

Автор – разработчик /Дата создания/	Худорожкова Юлия Викторовна, к.т.н., доцент	
Эксперт	Скопов Геннадий Вениаминович, главный специалист Управления стратегического планирования ООО «УГМК-Холдинг», д-р техн. наук, с.н.с.	
Заведующий кафедрой «Металлургия» /Дата утверждения/	Мастюгин Сергей Аркадьевич, д-р техн. наук, доцент	
Продолжительность дисциплины:	108 часов (3 ЗЕ)	
Место проведения	Учебные аудитории Технического университета УГМК	
Цель дисциплины:	По окончании обучения бакалавры будут: - иметь представление о формировании структуры сплавов, в зависимости от их состава; - способны спрогнозировать свойства заданных сплавов; - знать закономерности формирования структуры и свойств металлов и сплавов.	

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине «Металловедение» предусмотрена на 3 курсе в 5 семестре в объёме 33 часа - очная форма обучения и на 2 курсе в 4 семестре и 3 курсе в 5 семестре в объёме 34 и 53 часа соответственно - заочная форма обучения.

Самостоятельная работа обучающихся включает изучение теоретического курса, выполнение домашних работ и подготовку к лабораторным работам, экзамену и зачету. Настоящие методические рекомендации к организации и выполнению самостоятельной работы относятся к виду учебной работы «Изучение теоретического курса и подготовка к экзамену (зачету)». Данная составляющая самостоятельной работы предусмотрена на 3 курсе в 5 семестре в объёме 60 часов (соответственно 33 + 27) на 2 курсе в 4 семестре в объёме 34 часа (соответственно 34 + 0) и 3 курсе в 5 семестре в объёме 62 часа (соответственно 53 + 9). Самостоятельная работа обучающихся также включает все виды текущей аттестации.

#### Тематика самостоятельной работы

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия, час	
			форма обучения	
			очная	заочная
1	1	Введение	1	3
2	2	Фазы в металлических сплавах	6	14
3	3	Диаграммы состояния двойных систем	12	30
4	4	Трехкомпонентные системы	14	40
Всего			33	87

На диаграмме разберите заданный сплав и рассмотрите фазовые превращения при нагреве и охлаждении. Определите состав фаз при заданной температуре. Опишите и схематически изобразите структуру полученную при медленном охлаждении, чем она отличается от структуры полученной при быстром охлаждении. Указать на диаграмме состояния заданные сплавы, проведя отвечающие им вертикальные линии. Построить в координатах температура – время кривые охлаждения сплавов. Провести расчет количества фазовых и структурных составляющих. Вычертите заданную диаграмму, расставьте на диаграмме фазы. Опишите применение сплавов заданной системы, приведите их свойства. В каждой области диаграммы указать структуры, образующиеся в сплавах данной системы в состоянии равновесия.

#### ВАРИАНТ 1.

1. Разобрать диаграмму состояния Fe-Ni. Рассмотреть сплавы системы, содержащие: 10 %, 40 %, 70 % Ni.
2. Определить фазовый состав и количественное соотношение фаз сплава I при 400 °С, II при 200 °С.
3. Диаграмма состояния медь-свинец.

#### ВАРИАНТ 2.

1. Разобрать диаграмму состояния Fe-Cr. Рассмотреть сплавы системы, содержащие: 5 %, 20 %, 55 % Cr.
2. Определить фазовый состав и количественное соотношение фаз сплава I при 1000 °С и при 20 °С, сплава II при 20 °С и сплава III при 1000 °С и при 20 °С.
3. Диаграмма состояния медь-цинк.

#### ВАРИАНТ 3.

1. Разобрать диаграмму состояния Fe-Cr. Рассмотреть сплавы системы, содержащие: 10 %, 30 %, 50 % Cr.
2. Определить фазовый состав и количественное соотношение фаз сплавов I и II при 1000 °С и при 20 °С и сплава III при 1600 °С.
3. Диаграмма состояния медь-олово.

#### ВАРИАНТ 4.

1. Разобрать диаграмму состояния Fe-V. Рассмотреть сплавы системы, содержащие: 1 %, 10 %, 55 % V.
2. Определить фазовый состав и количественное соотношение фаз сплава I при 1100 °С и при 20 °С, сплава II при 1520 °С.
3. Диаграмма состояния медь-алюминий.

#### ВАРИАНТ 5.

1. Разобрать диаграмму состояния Fe-Co. Рассмотреть сплавы системы, содержащие: 5 %, 40 %, 98 % Co.
2. Определить фазовый состав и количественное соотношение фаз сплавов I и II при 1480 °С, III при 20 °С.
3. Диаграмма состояния медь-бериллий.

#### ВАРИАНТ 6.

1. Разобрать диаграмму состояния Fe-Co. Рассмотреть сплавы системы, содержащие: 2 %, 20 %, 80 % Co.
2. Определить фазовый состав и количественное соотношение фаз сплавов I при 1450 °С, III и II при 20 °С.
3. Диаграмма состояния алюминий-магний.

#### ВАРИАНТ 7.

1. Разобрать диаграмму состояния Fe-W. Рассмотреть сплавы системы, содержащие: 1 %, 12 %, 65 % W.
2. Определить фазовый состав и количественное соотношение фаз всех трех сплавов при 1000 °С, III при 1700 °С.
3. Диаграмма состояния олово-сурьма.

#### ВАРИАНТ 8.

1. Разобрать диаграмму состояния Fe-W. Рассмотреть сплавы системы, содержащие: 4 %, 20 %, 80 % W.
2. Определить фазовый состав и количественное соотношение фаз сплава I при 1100 °С, сплава II при 1200 °С и сплава III при 1700 °С.
3. Диаграмма состояния алюминий -кремний.

#### ВАРИАНТ 9.

1. Разобрать диаграмму состояния Fe-Mo. Рассмотреть сплавы системы, содержащие: 0,5 %, 20 %, 80 % Mo.
2. Определить фазовый состав и количественное соотношение фаз всех трех сплавов при 1000 °С, III при 1600 °С.
3. Диаграмма состояния свинец-сурьма.

#### ВАРИАНТ 10.

1. Разобрать диаграмму состояния Fe-Mo. Рассмотреть сплавы системы, содержащие: 2 %, 15 %, 60 % Mo.
2. Определить фазовый состав и количественное соотношение фаз всех трех сплавов при 1000 °С.
3. Диаграмма состояния медь-висмут.

#### ВАРИАНТ 11.

1. Разобрать диаграмму состояния Fe-Mo. Рассмотреть сплавы системы, содержащие: 5 %, 40 %, 70 % Mo.
2. Определить фазовый состав и количественное соотношение фаз всех трех сплавов при 1200 °С, III при 1000 °С.
3. Диаграмма состояния медь-кислород.

#### ВАРИАНТ 12.

1. Разобрать диаграмму состояния Fe-Mn. Рассмотреть сплавы системы, содержащие: 5 %, 15 %, 30 % Mn.
2. Определить фазовый состав и количественное соотношение фаз сплава I при 500 °С при нагреве и охлаждении.
3. Диаграмма состояния медь-сера.

#### ВАРИАНТ 13.

1. Разобрать диаграмму состояния Fe-N. Рассмотреть сплавы системы, содержащие: 0,5 %, 20 %, 80 % N.
2. Определить фазовый состав и количественное соотношение фаз сплава I при 400 °С, сплава III при 400 °С.
3. Диаграмма состояния алюминий-марганец.

#### ВАРИАНТ 14.

1. Разобрать диаграмму состояния Fe-Cu. Рассмотреть сплавы системы, содержащие: 0,5 %, 20 %, 80 % Cu.
2. Определить фазовый состав и количественное соотношение фаз сплавов I, II и III при 850 °С.
3. Диаграмма состояния титан-алюминий.

#### ВАРИАНТ 15.

1. Разобрать диаграмму состояния Fe-Si. Рассмотреть сплавы системы, содержащие: 0,5 %, 20 %, 80 % Si.
2. Определить фазовый состав и количественное соотношение фаз сплава I и II при 800 °С и при 1100 °С.
3. Диаграмма состояния медь-магний.

Вариант 1

1. На вертикальном (полиметрическом) разрезе диаграммы с тройной эвтектикой (рис. 12) проследите за фазовыми превращениями при охлаждении в сплаве  $X$ , начиная от жидкого состояния. Укажите фазовые составляющие, находящиеся в состоянии равновесия в точках  $a, b, c, d$ .

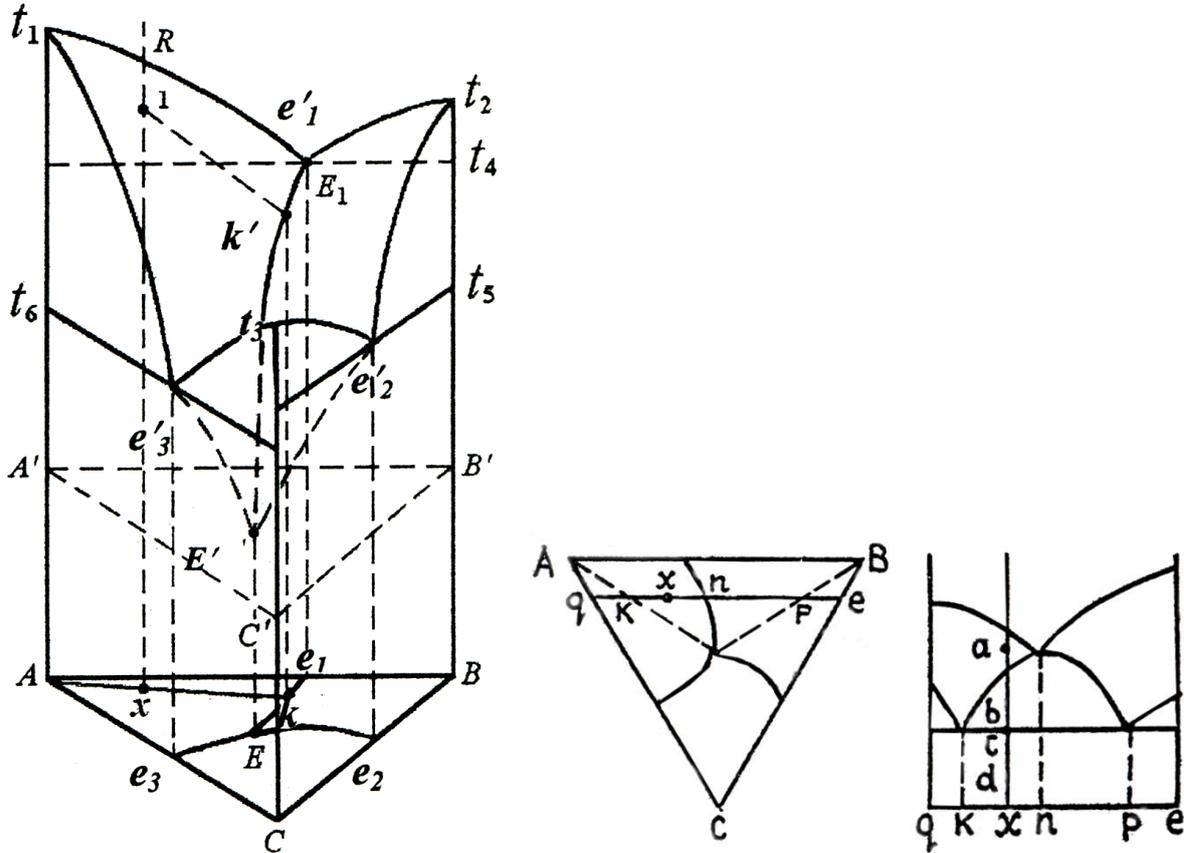
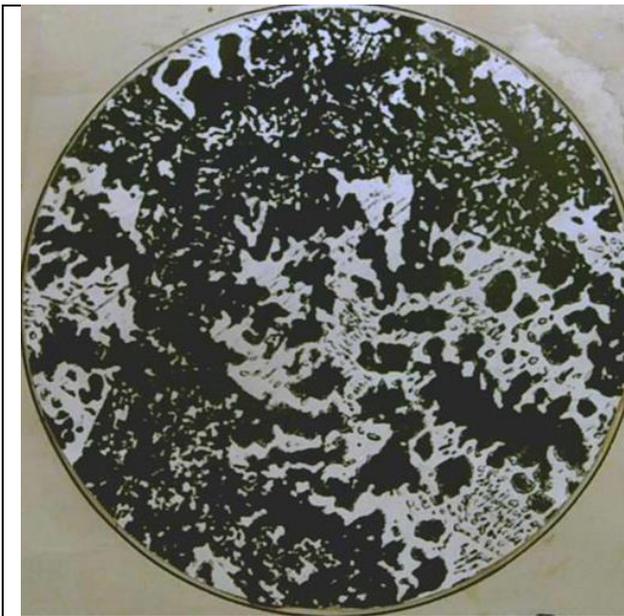


Рис. 12



2. Опишите структуру сплава системы Sn-Pb-Bi

Вариант 2

1. На изотермическом сечении диаграммы тройной системы с тройной эвтектикой (рис. 13) в сплавах  $X_1$  и  $X_2$  укажите фазовые составляющие, определите их состав и количество.

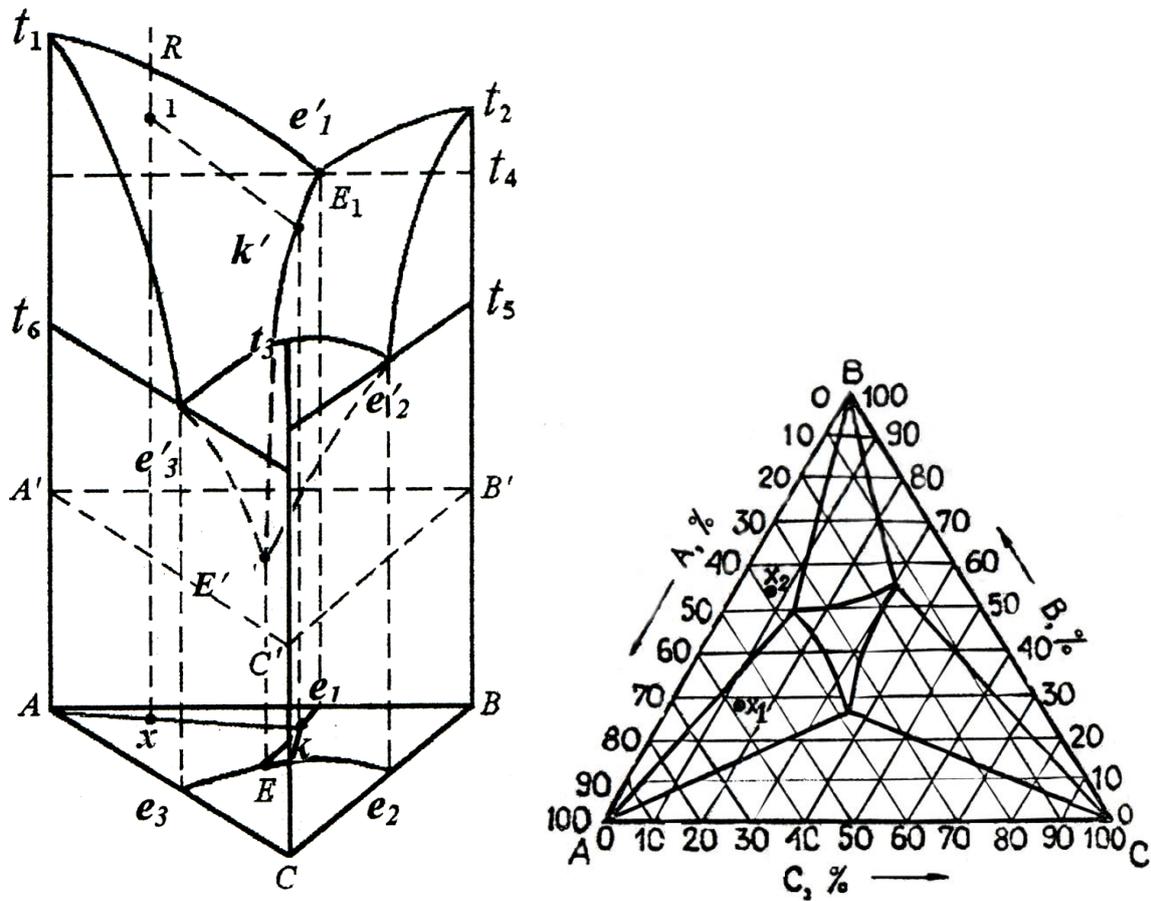
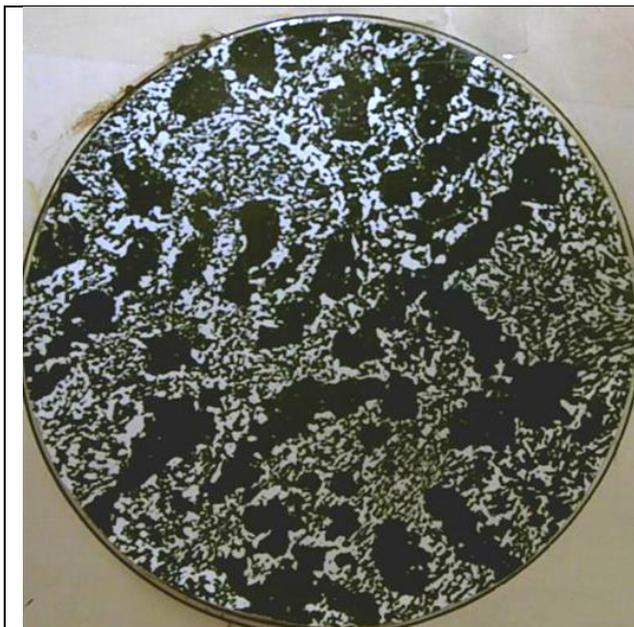


Рис. 13



2. Опишите структуру сплава системы Sn-Pb-Bi

Вариант 3

1. На изотермическом сечении диаграммы с тройной эвтектикой (рис. 14) укажите фазовые составляющие, находящиеся в состоянии равновесия в сплавах *a*, *b*, *c*, *d*, определите их состав и количество.

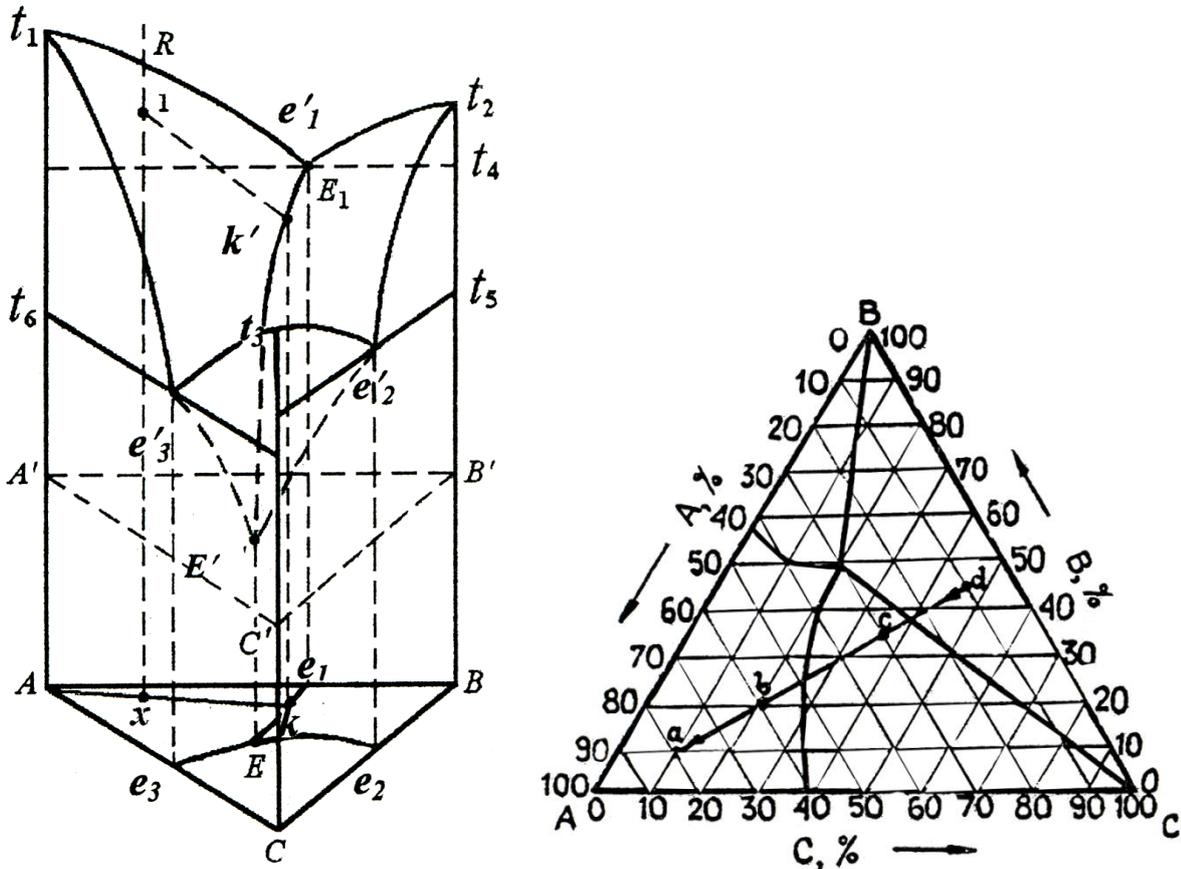
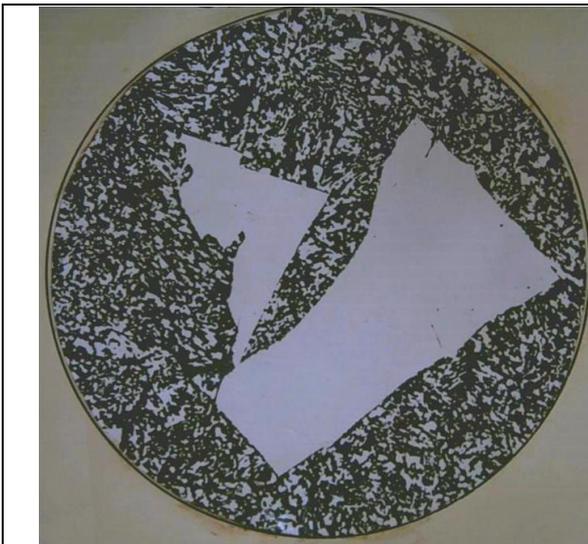


Рис. 14



2. Опишите структуру сплава системы Sn-Pb-Bi

Вариант 4

1. На вертикальном (политермическом) разрезе тройной системы с тройной эвтектикой (рис. 15) проследите за фазовыми превращениями в сплаве, обозначенном точкой  $X_1$ , при нагревании до полного расплавления. Укажите фазовые составляющие, находящиеся в состоянии равновесия: при температурах  $a, b, c$  в сплаве состава точки  $X_2$ .

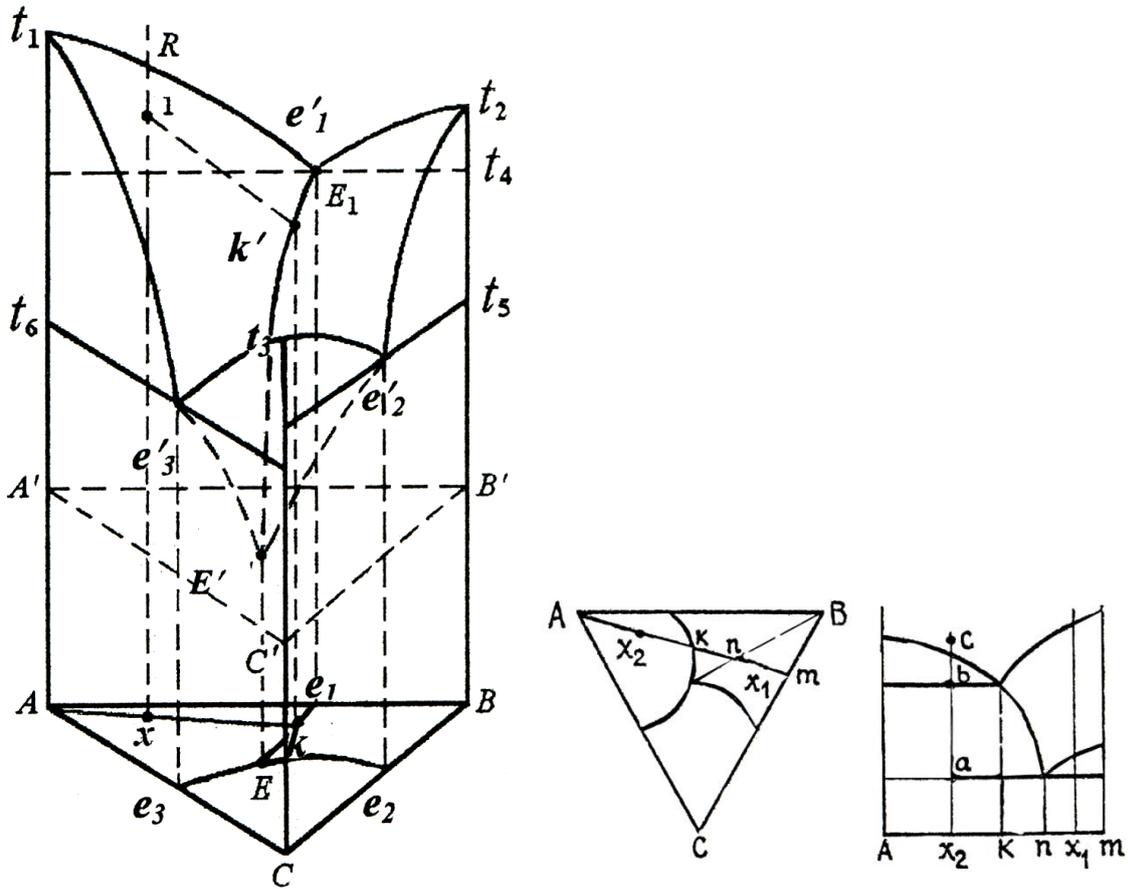
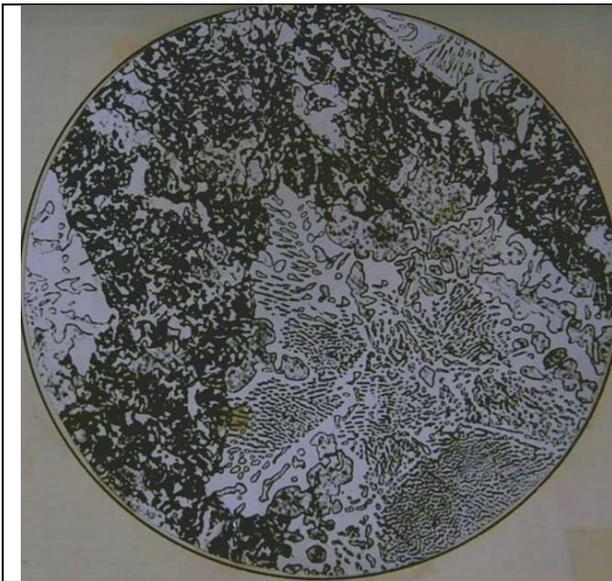


Рис. 15



2. Опишите структуру сплава системы Sn-Pb-Bi

Вариант 5

1. Имеется политермический разрез тройной системы с тройной эвтектикой (рис.16). Определите фазовые превращения, происходящие при охлаждении сплава, обозначенного точкой  $X_1$ , из расплавленного состояния укажите конечные структурные и фазовые составляющие. Постройте термическую кривую и определите число степеней свободы для каждого участка кривой.

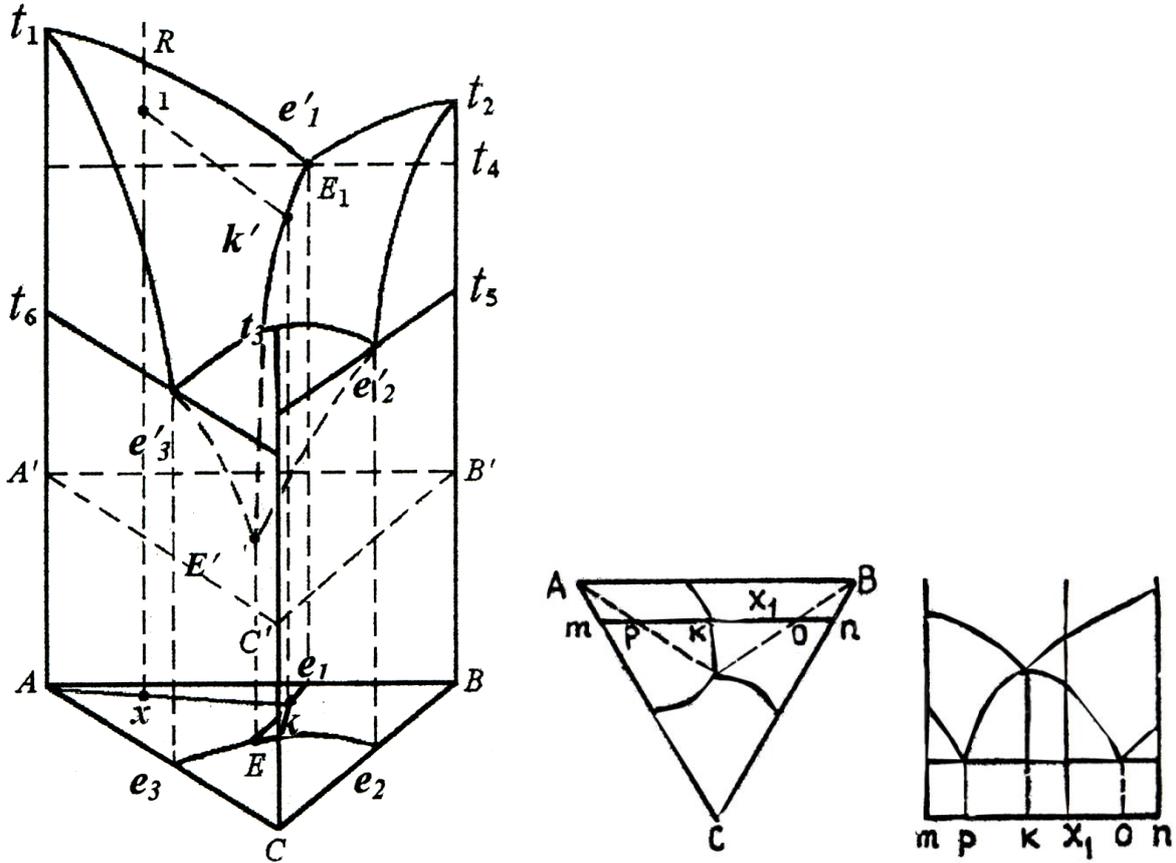
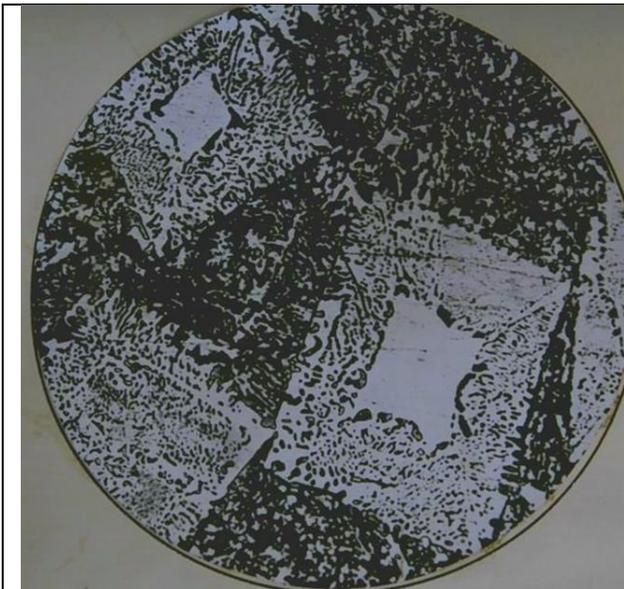


Рис. 16



2. Опишите структуру сплава системы Sn-Pb-Bi

Вариант 6

1. На изотермическом сечении тройной системы с тройной эвтектикой (рис. 17) укажите фазовые составляющие в каждой области. Определите состав и количество фаз в сплавах *a, b, c*.

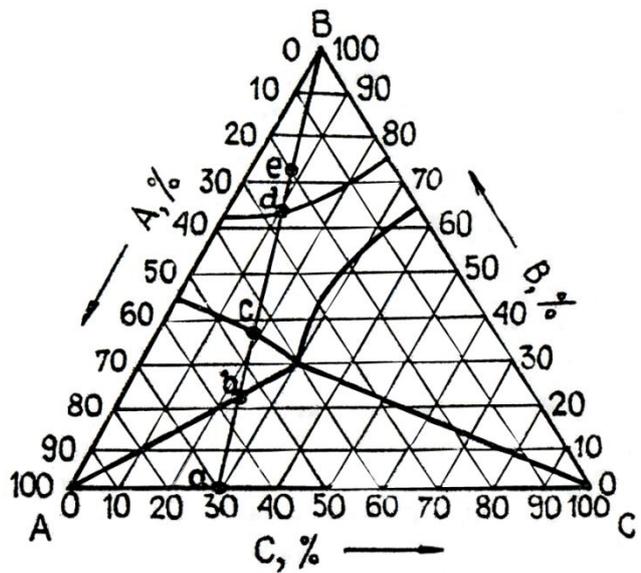
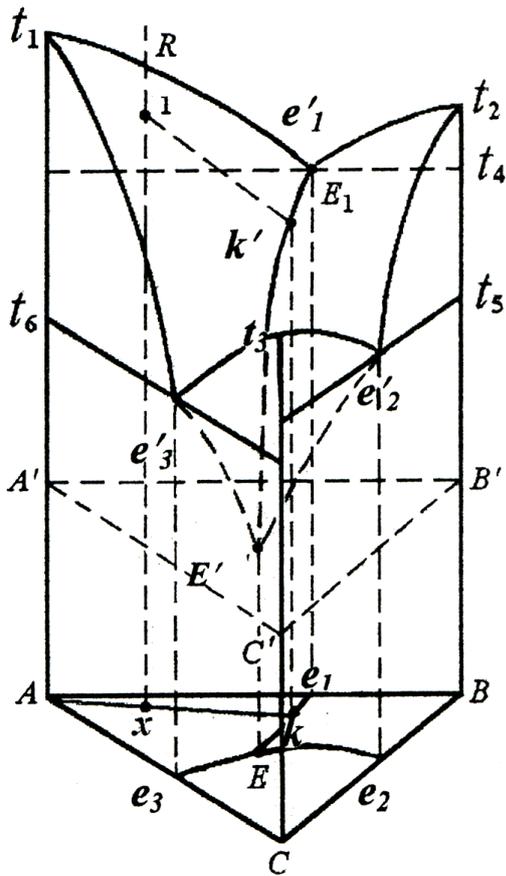


Рис. 17



2. Опишите структуру сплава системы Sn-Pb-Bi

Вариант 7

1. На вертикальном (политермическом) разрезе тройной системы с тройной эвтектикой (рис. 18) проследите за фазовыми превращениями в сплаве, обозначенном точкой X, при нагревании и постройте термическую кривую (для данного случая при нагреве). Укажите число степеней свободы для каждого участка термической кривой. Какие структурные составляющие могут наблюдаться в указанном сплаве после медленного охлаждения.

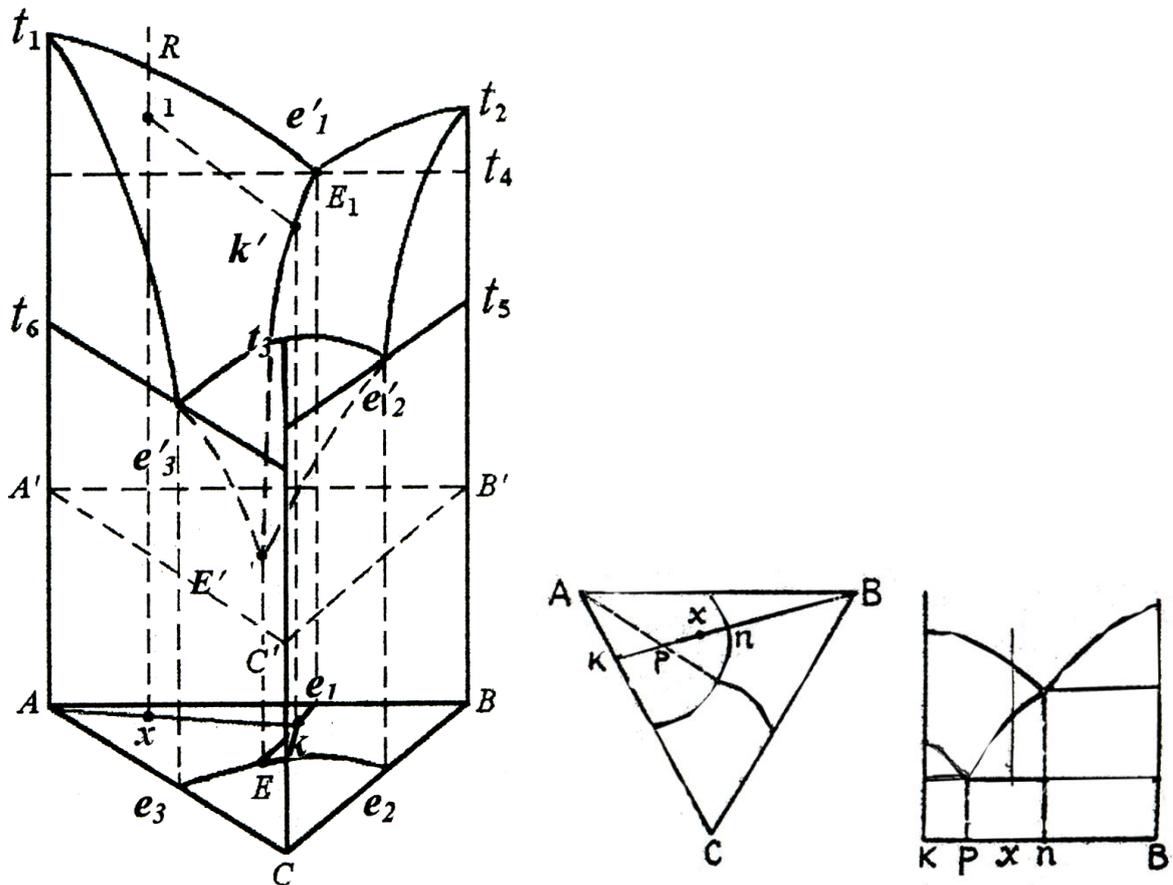


Рис. 18



2. Опишите структуру сплава системы Sn-Pb-Bi

Вариант 8

1. На вертикальном (политермическом) разрезе тройной системы с тройной эвтектикой (рис. 19) проследите за фазовыми превращениями в сплаве, обозначенном точкой  $X$ , при охлаждении, начиная от жидкого состояния. Укажите фазовые составляющие, находящиеся в равновесии в точках  $a, b, c$  и  $d$ . Какие структурные составляющие могут наблюдаться в указанном сплаве после медленного охлаждения?

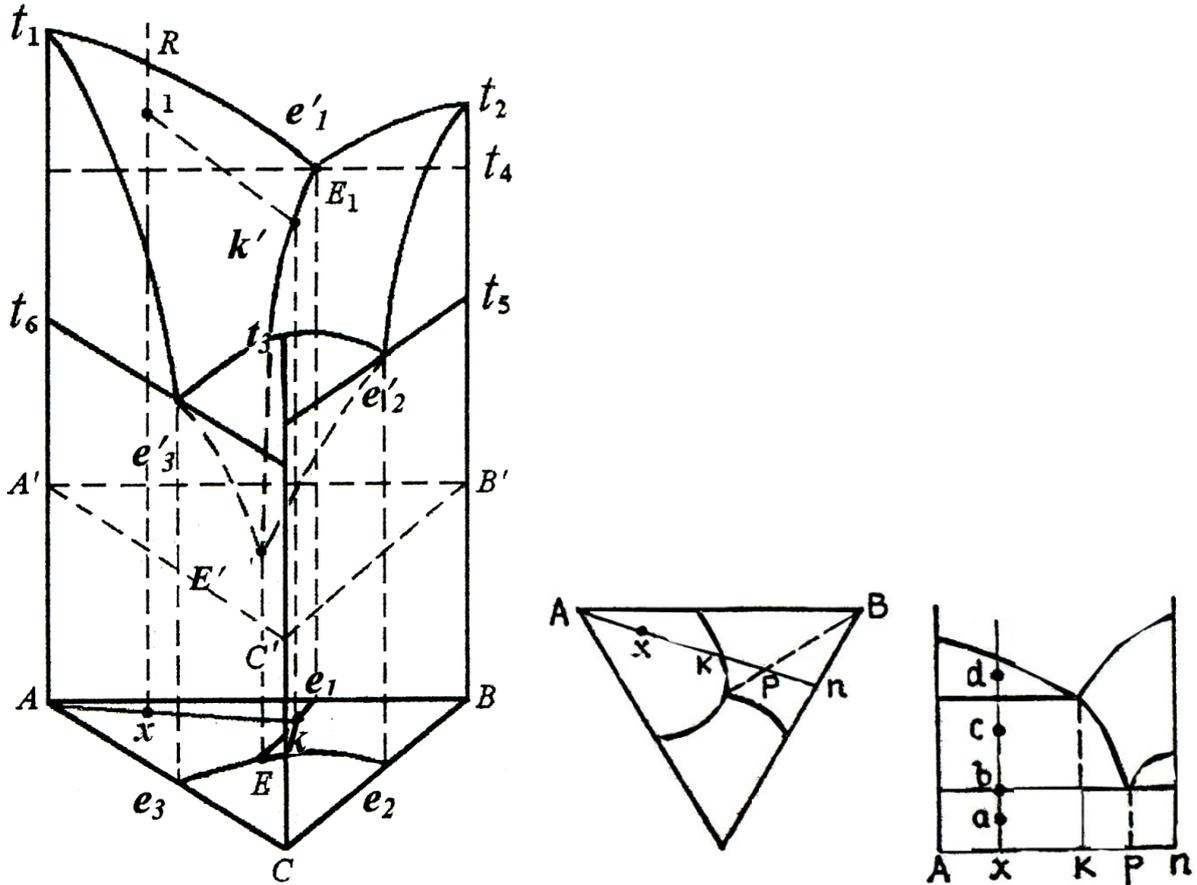
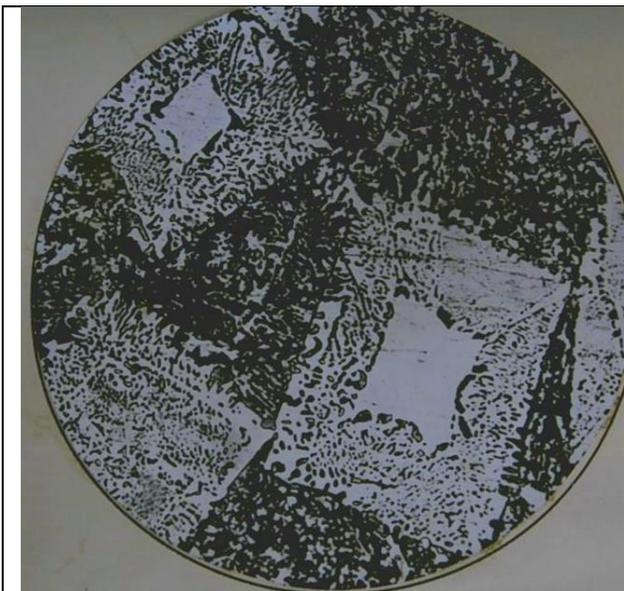


Рис. 19



2. Опишите структуру сплава системы Sn-Pb-Bi

Вариант 9

1. Имеется изотермический разрез тройной системы с тройной эвтектикой (рис. 20)  
 Определите: а) состав сплавов  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ; б) состав фаз в этих сплавах и с помощью рычага и центра тяжести количество фаз, находящихся в состоянии равновесия.

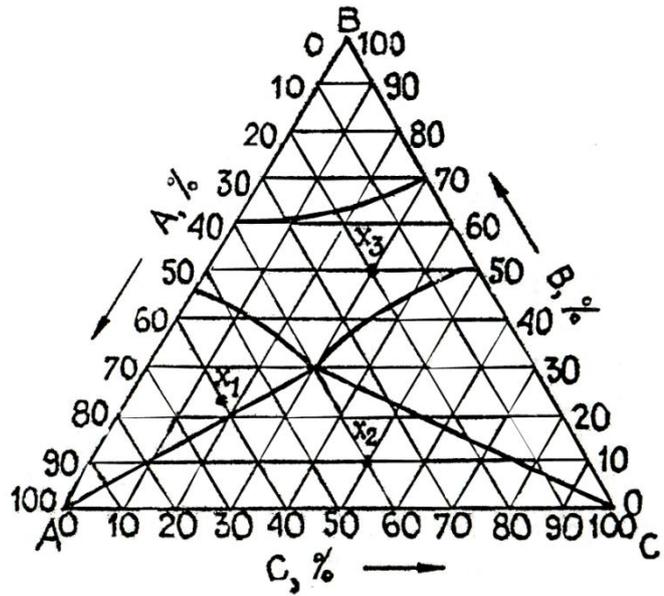
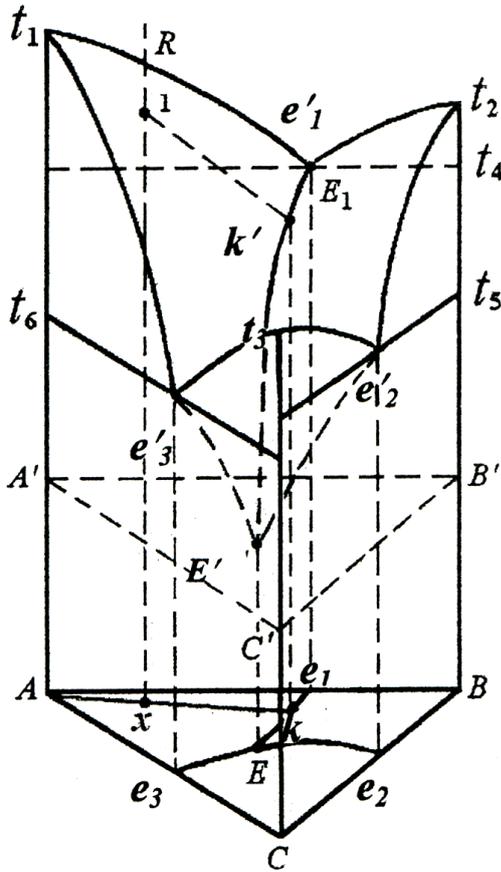
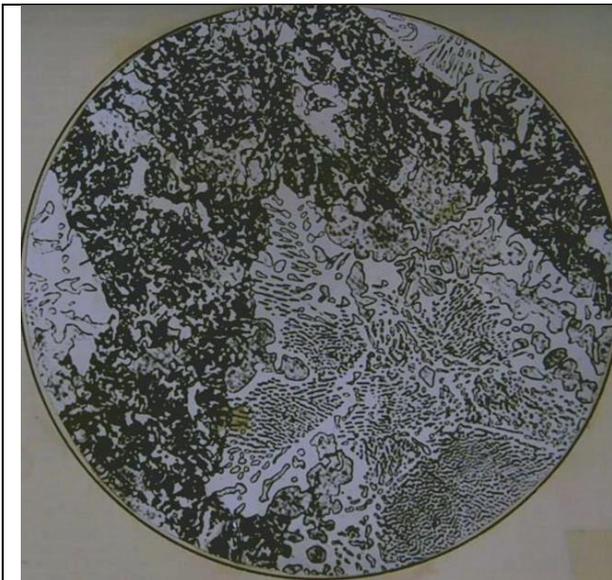


Рис. 20



2. Опишите структуру сплава системы Sn-Pb-Bi

Вариант 10

1. На изотермическом разрезе диаграммы с тройной эвтектикой (рис. 21) укажите фазовые составляющие, их состав и количество в сплавах  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ .

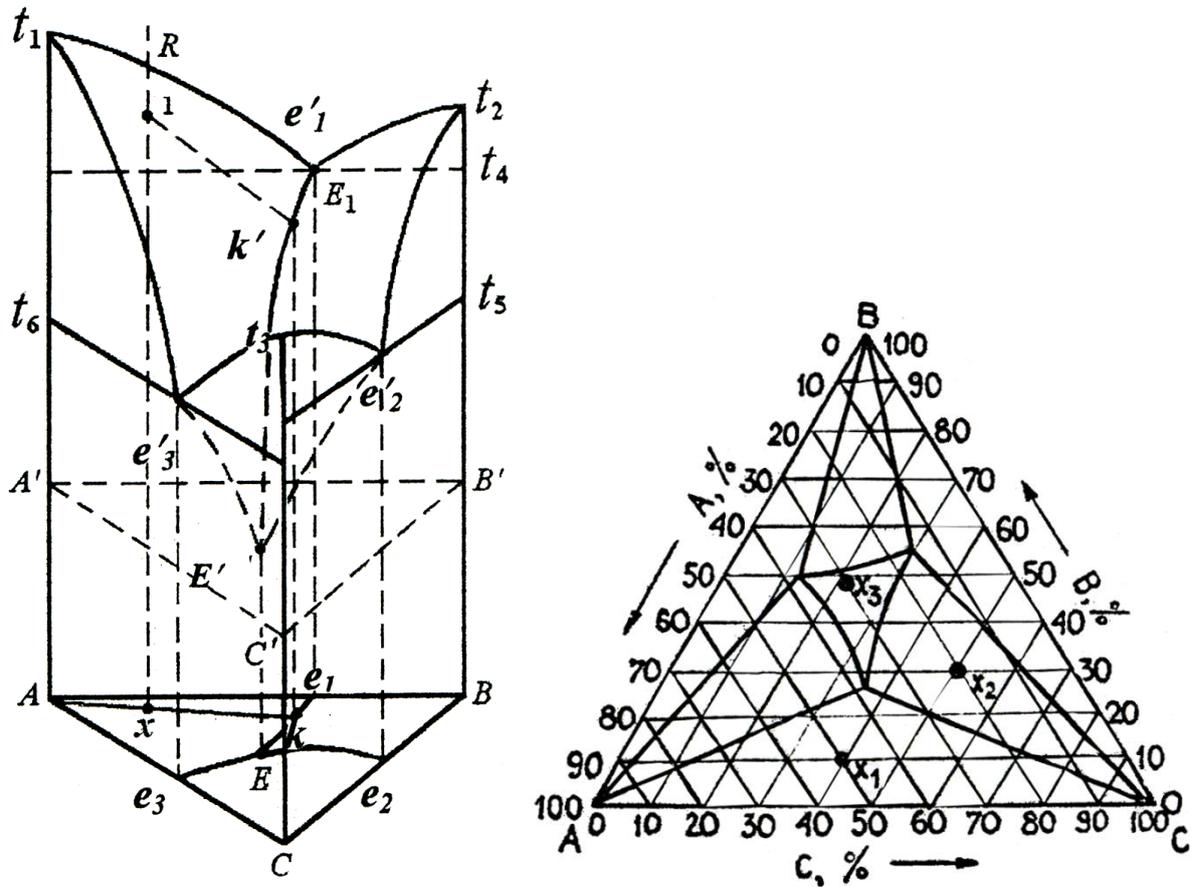
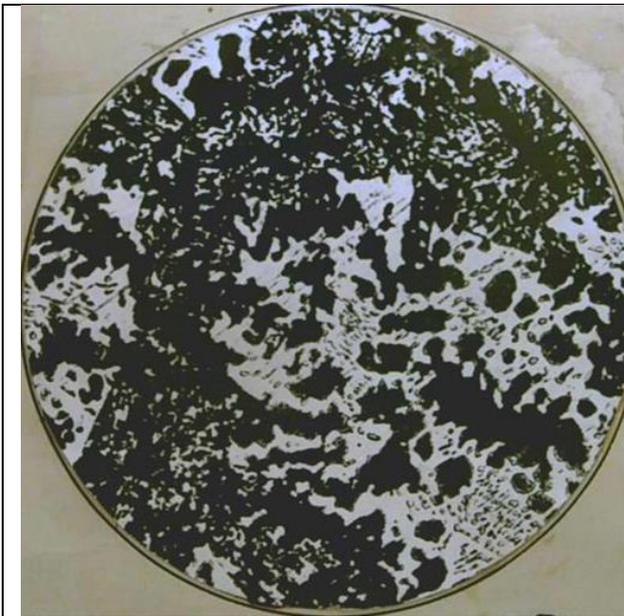
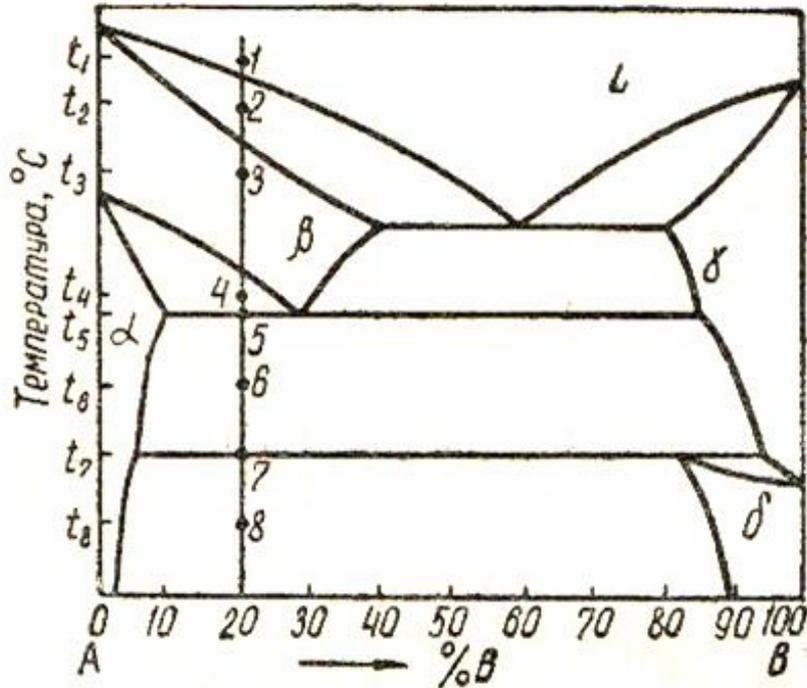


Рис. 21



2. Опишите структуру сплава системы Sn-Pb-Bi

Вариант 1



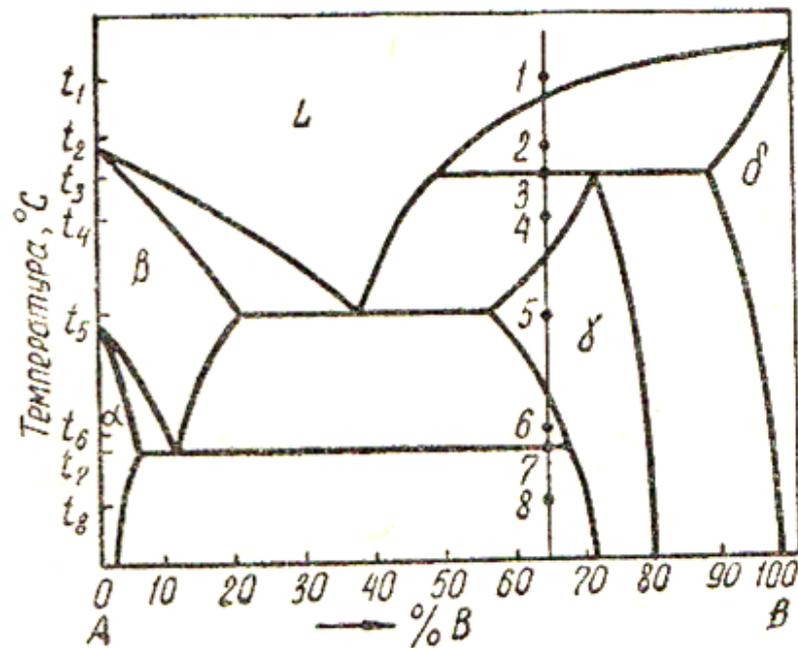
1. Укажите фазы во всех областях диаграммы. Опишите фазовые превращения в сплаве состава 20 % В – 80 % А при медленном охлаждении.

Определите для заданного сплава:

- а) химический состав фаз (концентрацию компонентов в фазах) при температурах  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$ ,  $t_5$ ,  $t_6$ ,  $t_7$ ,  $t_8$ ;
- б) число степеней свободы при эвтектоидном превращении в интервале температур  $t_5 - t_7$ ;
- в) количество каждой фазы в процентах при температурах  $t_4$  и  $t_6$ ;

2. Объясните, какие факторы влияют на взаимную растворимость компонентов при образовании твердых растворов Замещения. При каких условиях наблюдается неограниченная растворимость компонентов друг в друге? Приведите примеры.

Вариант 2



1. Укажите фазы во всех областях диаграммы. Опишите фазовые превращения в сплаве состава 65 % В – 35 % А при медленном охлаждении.

Определите для заданного сплава:

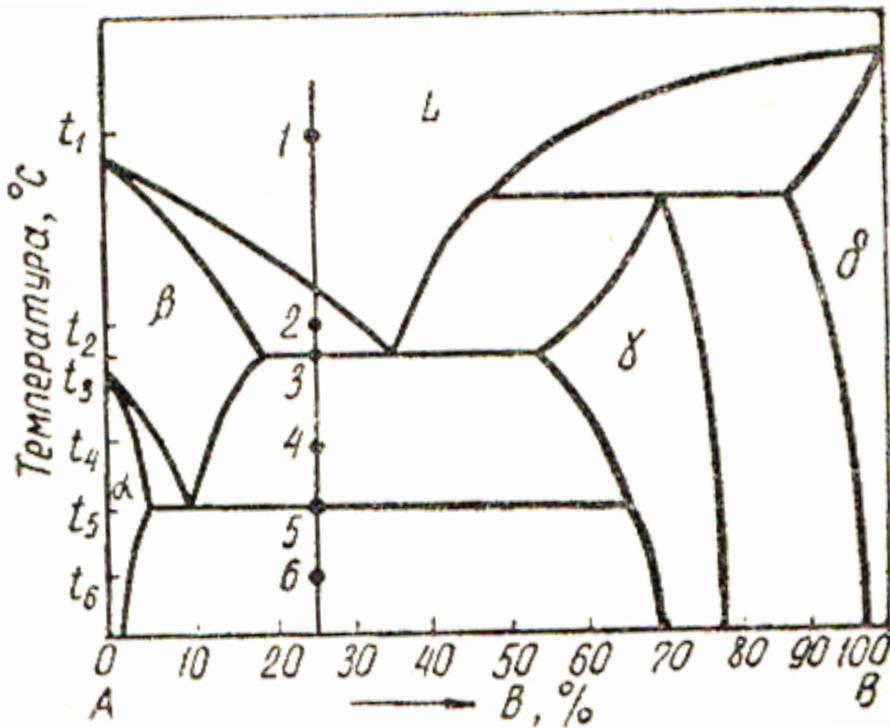
а) химический состав фаз (концентрацию компонентов в фазах) при температурах  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$ ,  $t_5$ ,  $t_6$ ,  $t_7$ ,  $t_8$ ;

б) число степеней свободы при перитектическом превращении;

в) количество каждой фазы в процентах при температурах  $t_2$  и  $t_4$ ;

2. Опишите условия образования твердых растворов вычитания. Приведите примеры и покажите на схеме строение твердых растворов вычитания.

Вариант 3



1. Укажите фазы во всех областях диаграммы. Опишите фазовые превращения в сплаве состава 25 % B – 75 % A при медленном охлаждении.

Определите для заданного сплава:

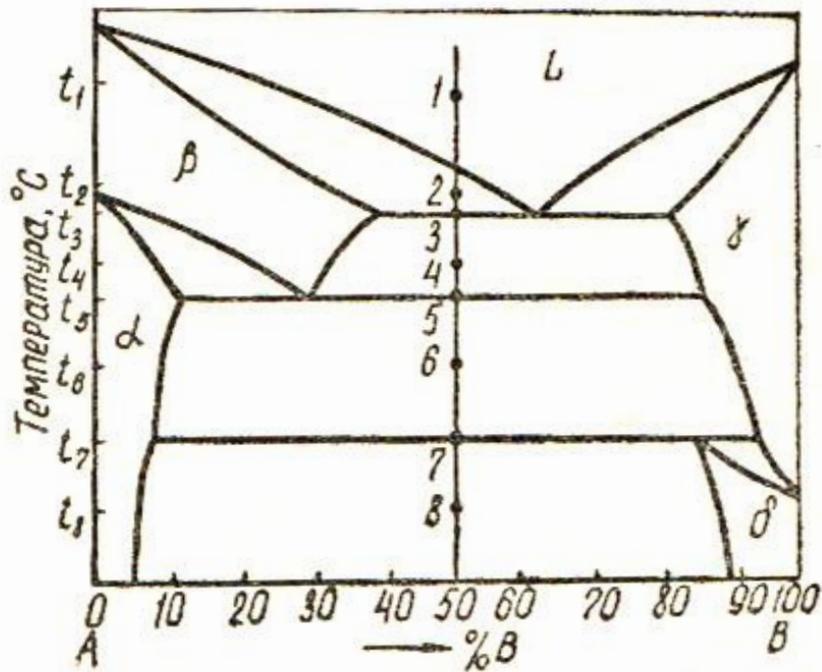
а) химический состав фаз (концентрацию компонентов в фазах) при температурах  $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$ ;

б) число степеней свободы при эвтектическом превращении;

в) количество каждой фазы в процентах при температурах  $t_4$  и  $t_6$ ;

2. Опишите природу, особенности строения и свойства электронных соединений. Какие элементы образуют фазы этого типа? Приведите примеры.

Вариант 4



1. Укажите фазы во всех областях диаграммы. Опишите фазовые превращения в сплаве состава 50 % В – 50 % А при медленном охлаждении.

Определите для заданного сплава:

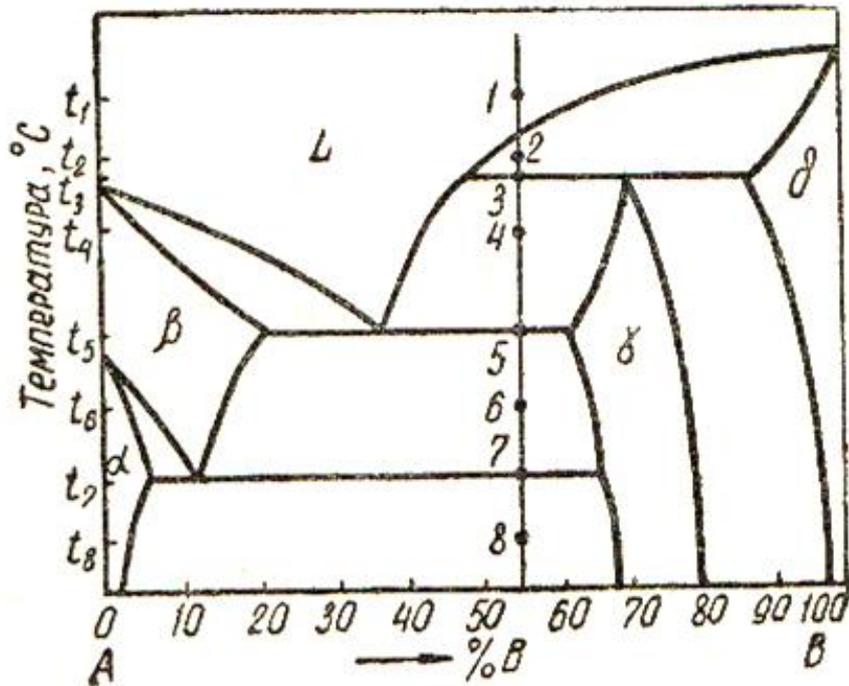
а) химический состав фаз (концентрацию компонентов в фазах) при температурах  $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7, t_8$ ;

б) число степеней свободы при эвтектическом превращении;

в) количество каждой фазы в процентах при температурах  $t_4$  и  $t_8$ ;

2. Опишите, что представляет собой процесс упорядочения. Приведите примеры упорядоченных твердых растворов и укажите их характерные свойства.

Вариант 5



1. Укажите фазы во всех областях диаграммы. Опишите фазовые превращения в сплаве состава 55 % В – 45 % А при медленном охлаждении.

Определите для заданного сплава:

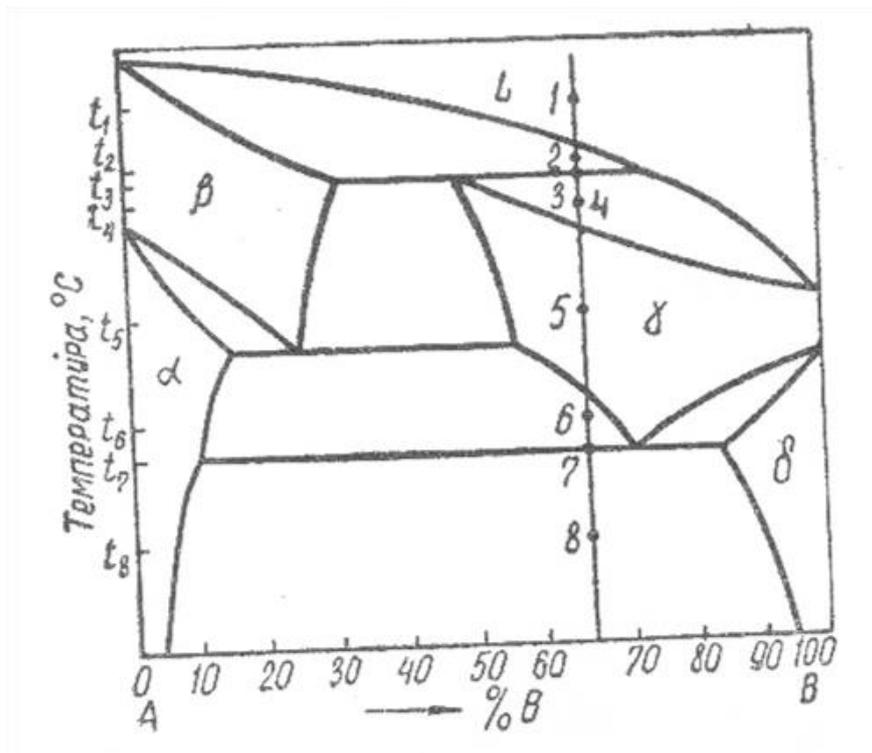
а) химический состав фаз (концентрацию компонентов в фазах) при температурах  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$ ,  $t_5$ ,  $t_6$ ,  $t_7$ ,  $t_8$ ;

б) число степеней свободы при перитектическом превращении;

в) количество каждой фазы в процентах при температурах  $t_2$  и  $t_4$ ;

2. Объясните, в чем заключается основное различие между твердым раствором внедрения и фазой внедрения. Опишите основные характеристики и условия образования этих фаз. Приведите примеры.

Вариант 6



1. Укажите фазы во всех областях диаграммы. Опишите фазовые превращения в сплаве состава 65 % В – 35 % А при медленном охлаждении.

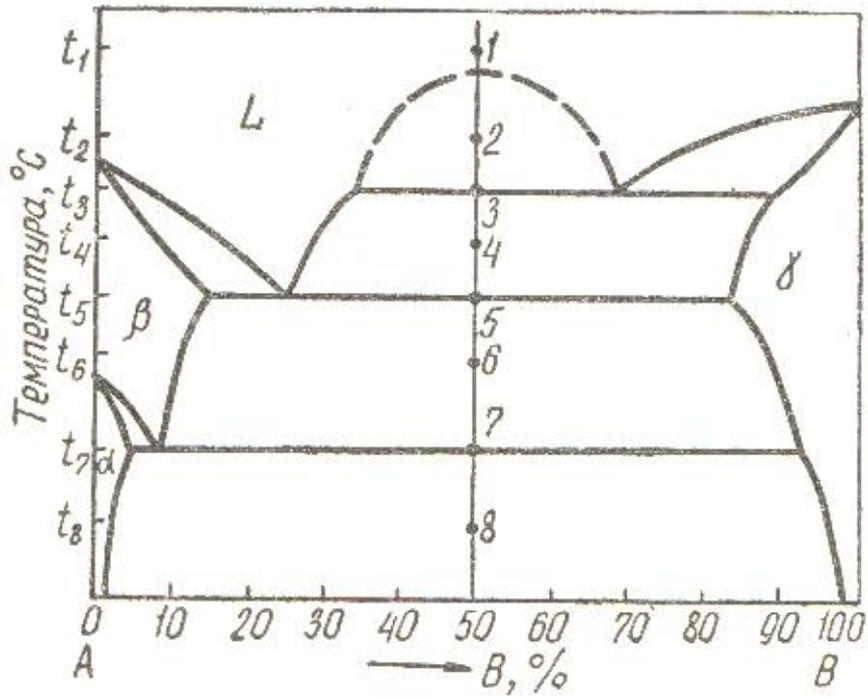
Определите для заданного сплава:

а) химический состав фаз (концентрацию компонентов в фазах) при температурах  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$ ,  $t_5$ ,  $t_6$ ,  $t_7$ ,  $t_8$ ;

б) число степеней свободы при перитектическом превращении;

в) количество каждой фазы в процентах при температурах  $t_6$  и  $t_8$ ;

2. Объясните различие между атомно-кристаллическим строением твердых растворов внедрения, замещения и вычитания. Приведите примеры сплавов, образующие твердые растворы всех типов.



1. Укажите фазы во всех областях диаграммы. Опишите фазовые превращения в сплаве состава 50 % В – 50 % А при медленном охлаждении.

Определите для заданного сплава:

а) химический состав фаз (концентрацию компонентов в фазах) при температурах  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$ ,  $t_5$ ,  $t_6$ ,  $t_7$ ,  $t_8$ ;

б) число степеней свободы при эвтектическом превращении;

в) количество каждой фазы в процентах при температурах  $t_2$  и  $t_4$ ;

2. Опишите природу, особенности строения и свойства фаз внедрения. Какие элементы образуют эти фазы? Приведите примеры.