



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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ 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

Методические рекомендации к организации и выполнению контрольной 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.	
Научный руководитель программы /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 прогнозировать свойства заданных сплавов; - знать закономерности формирования структуры и свойств металлов и сплавов.	

Контрольные задания составлены в 15 вариантах. Каждый студент должен выполнить вариант, номер которого соответствует: двум последним цифрам индивидуального шифра (если шифр оканчивается на цифры меньше или равной 15); последней цифре индивидуального шифра (если шифр оканчивается на цифру больше 15).

После основательной проработки каждой темы программы по учебнику необходимо дать исчерпывающие ответы на приведенные контрольные вопросы для самопроверки. Нахождение правильных и обоснованных ответов на эти вопросы окажет студенту немалую помощь в познании предмета, обратит его внимание на наиболее существенные стороны каждой темы программы.

Контрольное задание охватывает материал тем: кристаллическое строение, кристаллизация, диаграмма железо-углерод, цветные металлы и сплавы, фазы в металлических сплавах, диаграммы состояния двойных систем, трехкомпонентные системы

Приступая к работе, проставьте фазы во всех областях диаграммы. Описывая превращения в сплаве, нужно последовательно отмечать точки, соответствующие температурам начала и конца кристаллизации жидкой фазы, указывать изменение составов как жидкой, так и твердой фаз при дальнейшем охлаждении, наличие фаз в каждом интервале температур с указанием изменения их состава и количества и т.д. При встрече с горизонтальными линиями диаграммы следует указать превращение, которое совершается при данной температуре в сплаве, в чем оно состоит, написать уравнение реакции, сколько и какие фазы в нем участвуют и чем это превращение завершается.

Следует отметить, что распространенной ошибкой является представление о том, что с окончанием кристаллизации заканчиваются фазовые превращения. Если при дальнейшем охлаждении в твердом состоянии наблюдается изменение состава фаз и их количеств, то это связано с протеканием процессов выделения или растворения фаз. При определении химических составов фаз при заданных температурах следует провести коноды, показать на диаграмме точки, позволяющие найти на оси концентраций количество компонентов, содержащихся в фазах. Весовое количество фаз определяется с помощью правила отрезков или рычага.

Следует иметь в виду, что в разных книгах могут быть некоторые несовпадения цифровых значений предельной растворимости углерода в аустените и феррите, и температур эвтектического и эвтектоидного превращений. При выполнении контрольного задания нужно пользоваться диаграммой, приведенной в задании. Кроме того, на диаграмме нужно указывать фазы, а не структурные составляющие.

При описании фазовых превращений по диаграмме состояния следует иметь в виду, что эти превращения носят обратимый характер.

Текст ответов на все вопросы нужно иллюстрировать конкретными примерами, схемами, графиками. Диаграммы состояния и графики должны быть выполнены тщательно, с разметкой осей координат и обозначением характерных точек и областей. Недопустимо составление ответов путем выписывания из книг готовых фраз или целевых абзацев.

В конце контрольной работы необходимо указать использованную литературу.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

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.

### 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.

#### 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.

#### 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.

#### 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.

#### 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.

#### 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.

#### 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.

#### 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.

#### 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.

#### 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.

#### 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.

#### 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.

#### 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.

#### 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.

#### 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.

### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

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. Диаграмма состояния медь-свинец.

ВАРИАНТ 2. Диаграмма состояния медь-цинк.

ВАРИАНТ 3. Диаграмма состояния медь-олово.

ВАРИАНТ 4. Диаграмма состояния медь-алюминий.

ВАРИАНТ 5. Диаграмма состояния медь-бериллий.

- ВАРИАНТ 6. Диаграмма состояния алюминий-магний.
- ВАРИАНТ 7. Диаграмма состояния олово-сурьма.
- ВАРИАНТ 8. Диаграмма состояния алюминий -кремний.
- ВАРИАНТ 9. Диаграмма состояния свинец-сурьма.
- ВАРИАНТ 10. Диаграмма состояния медь-висмут.
- ВАРИАНТ 11. Диаграмма состояния медь-кислород.
- ВАРИАНТ 12. Диаграмма состояния медь-сера.
- ВАРИАНТ 13. Диаграмма состояния алюминий-марганец.
- ВАРИАНТ 14. Диаграмма состояния титан-алюминий.
- ВАРИАНТ 15. Диаграмма состояния медь-магний.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 3

Вариант 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  $a, b, c, d$ .

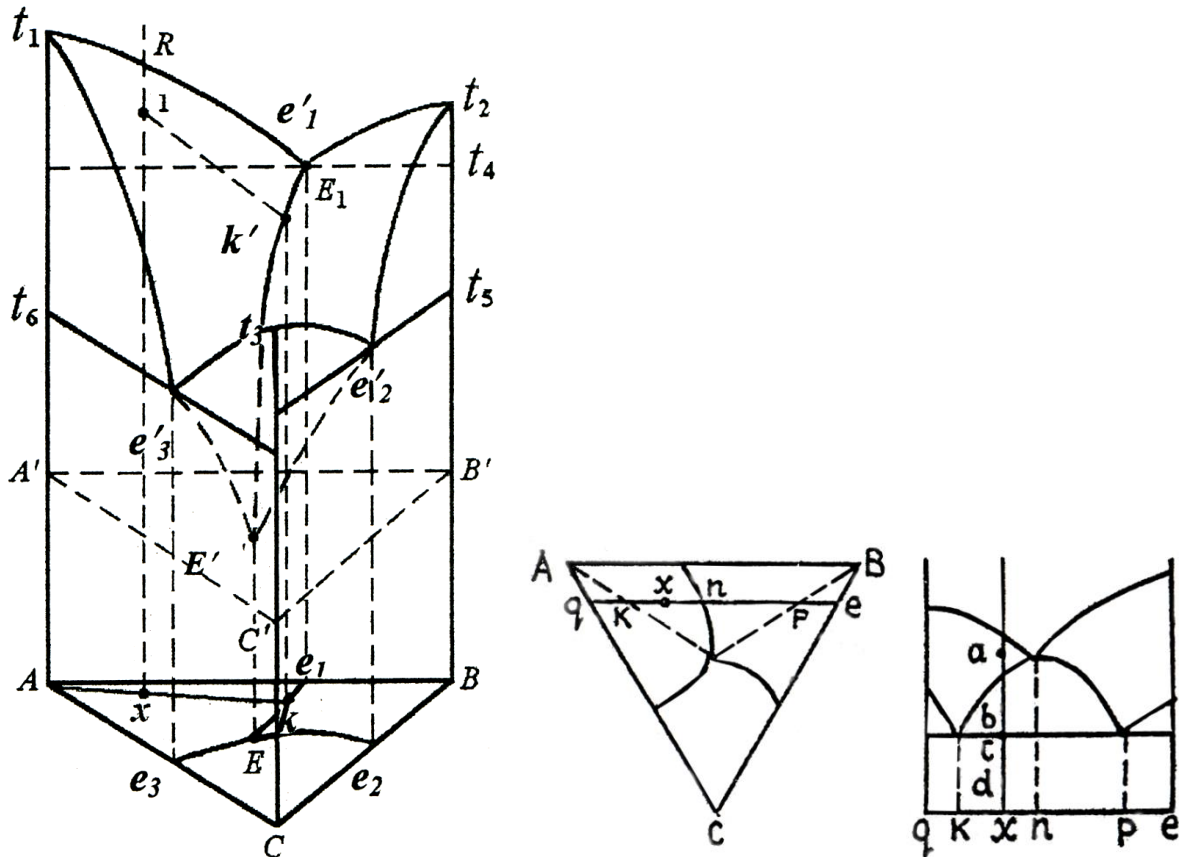
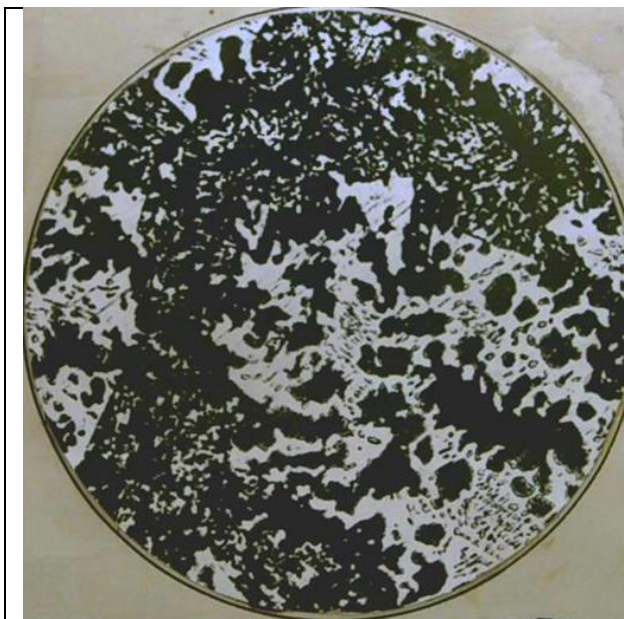


Рис. 12



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.

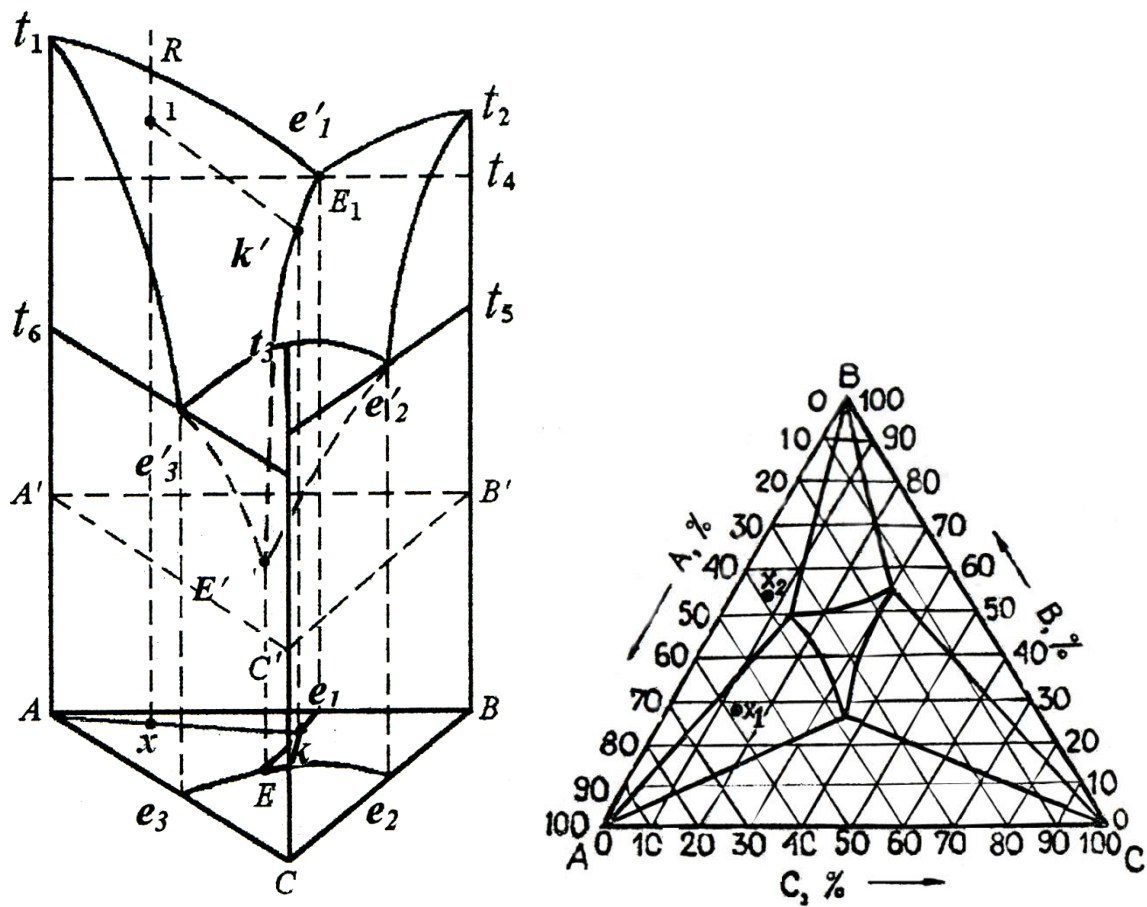


Рис. 13



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.

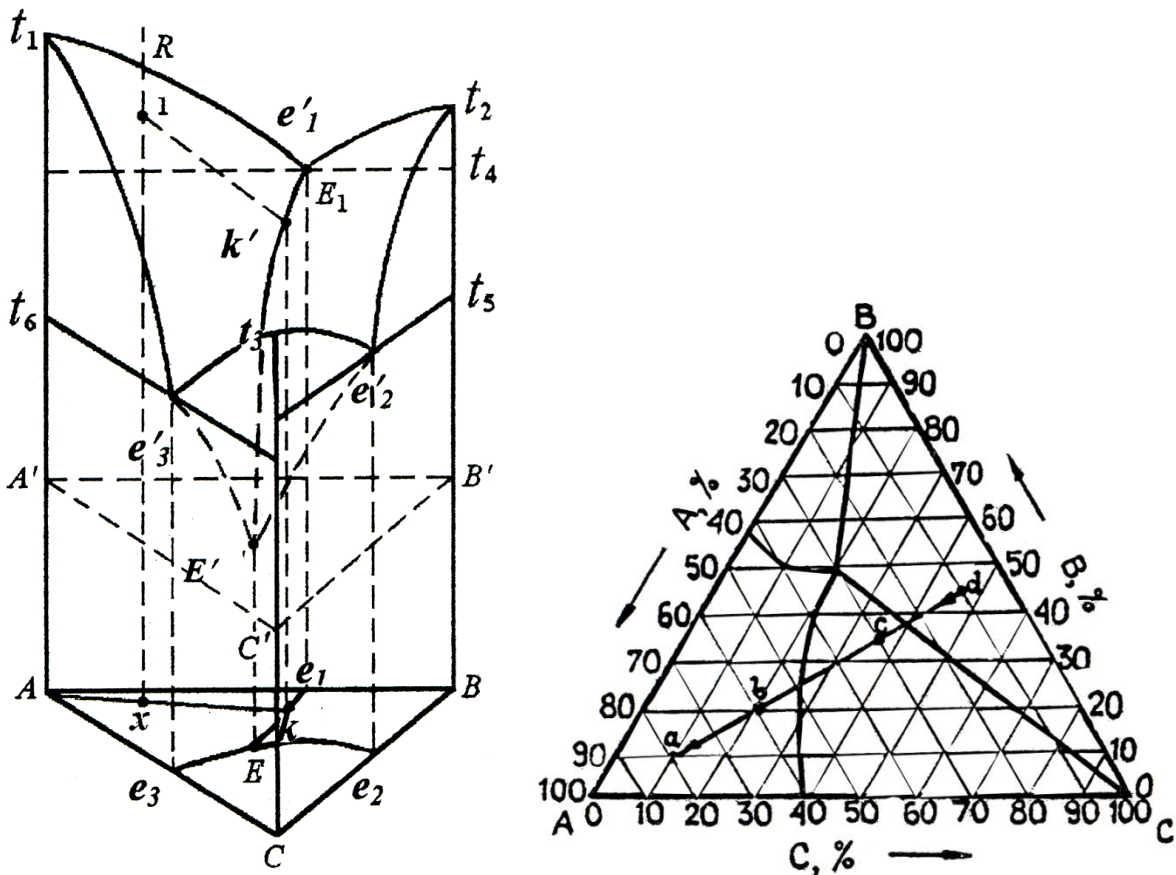
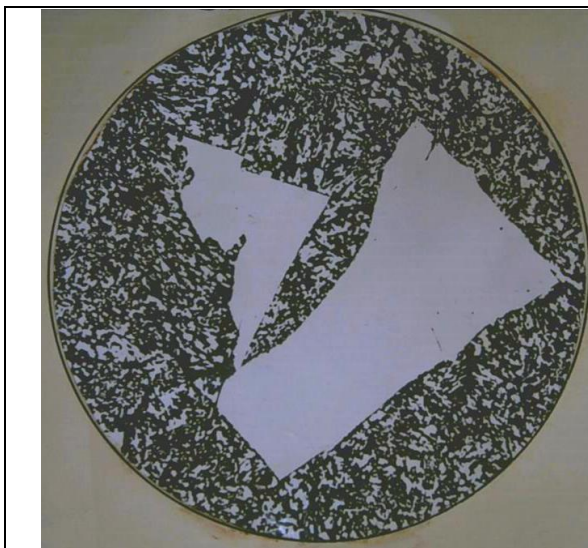


Рис. 14



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  $X_2$ .

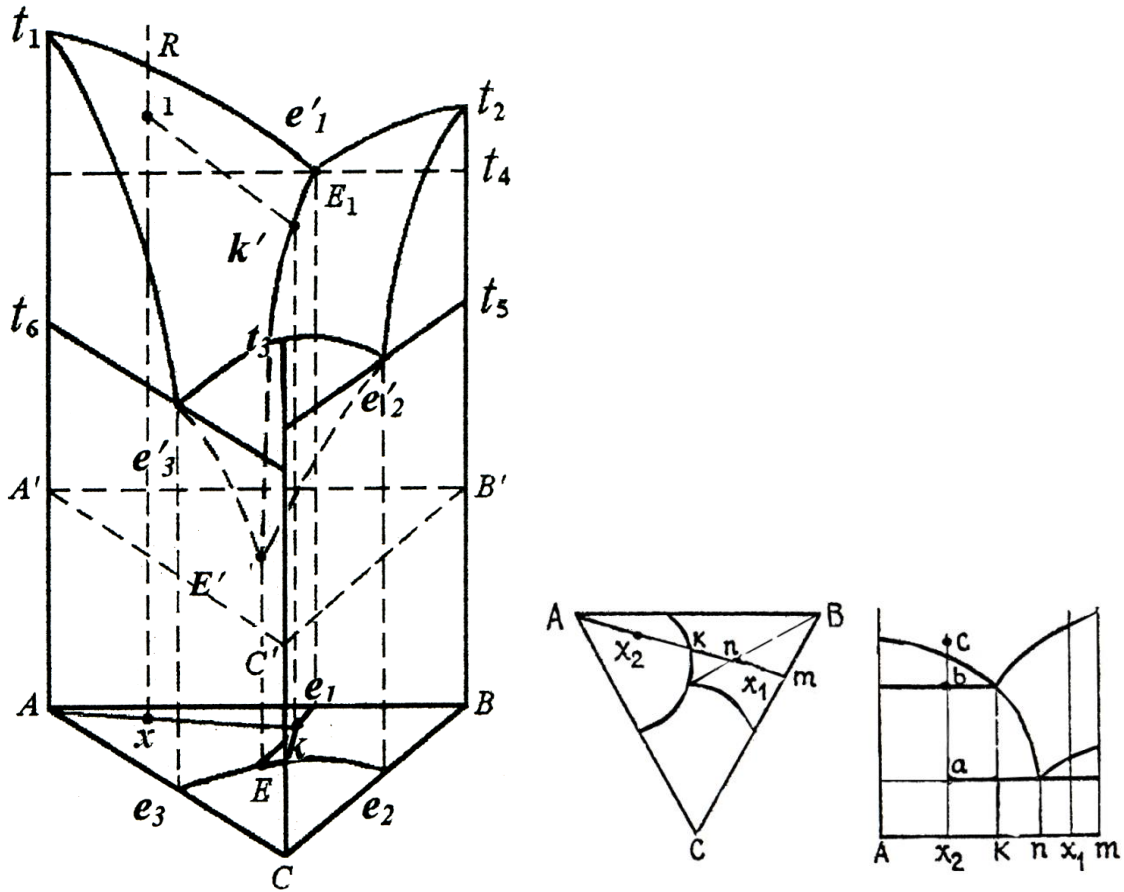
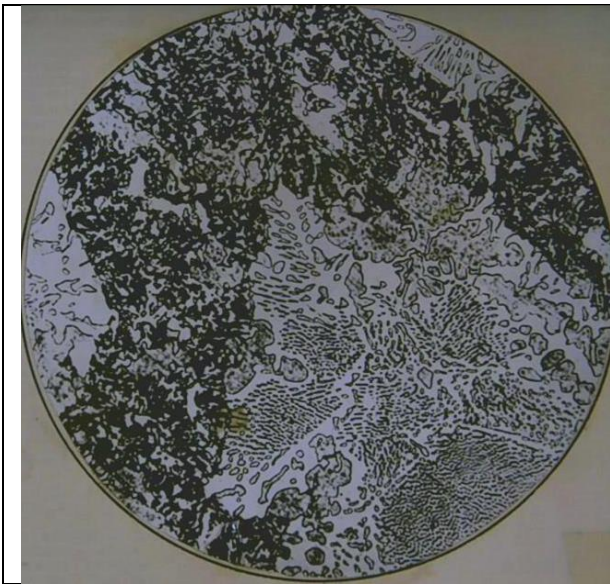


Рис. 15



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.

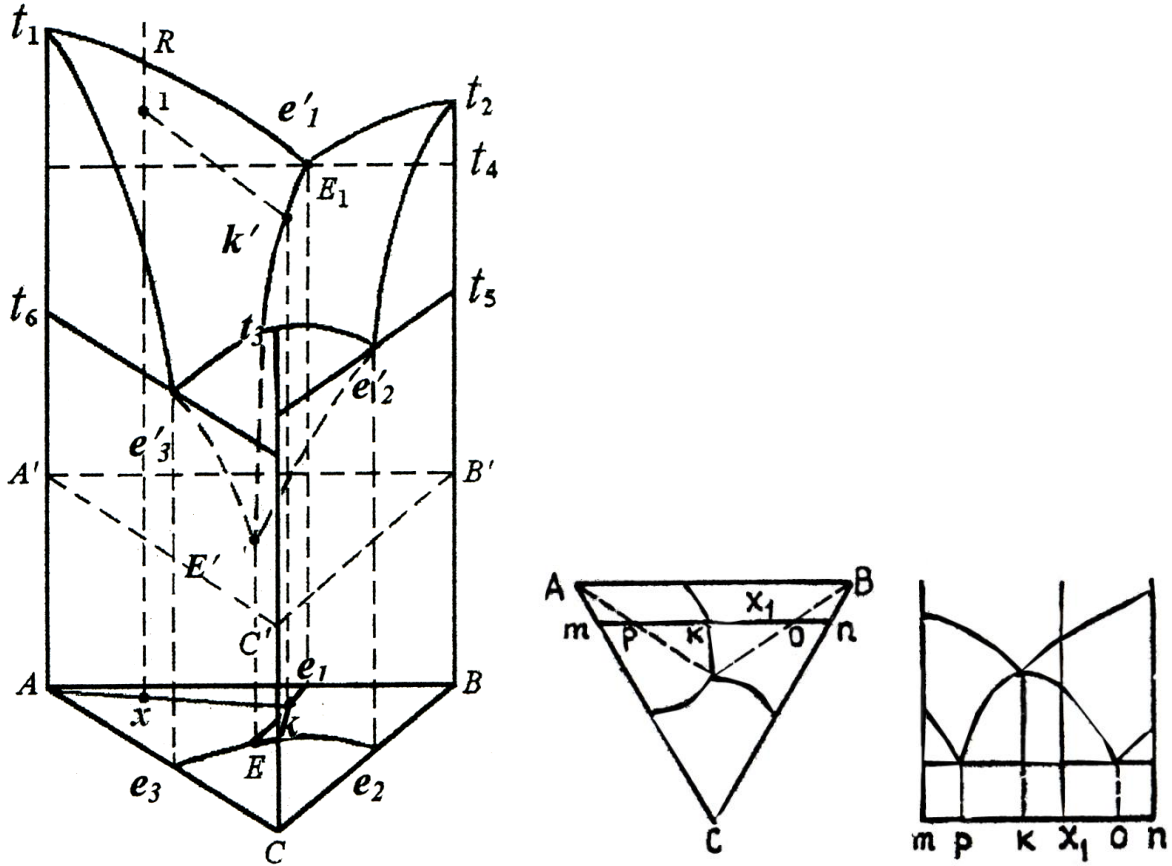
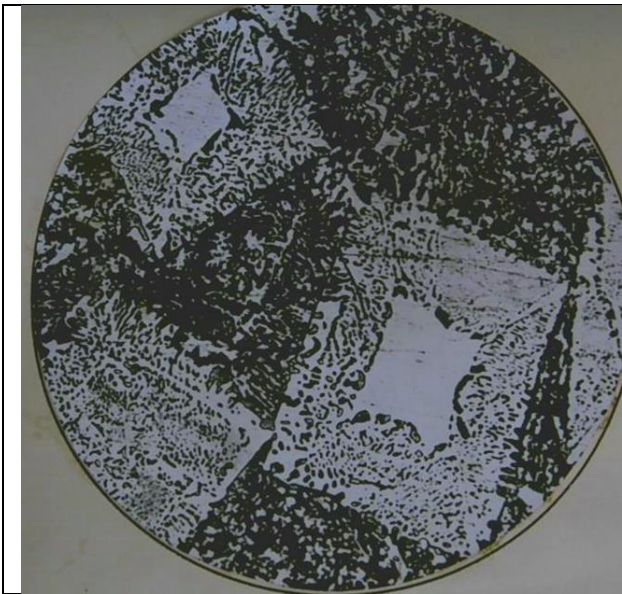


Рис. 16



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*.

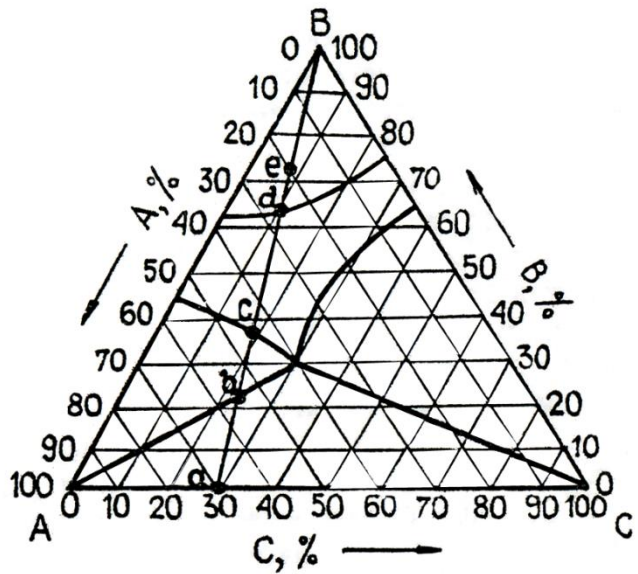
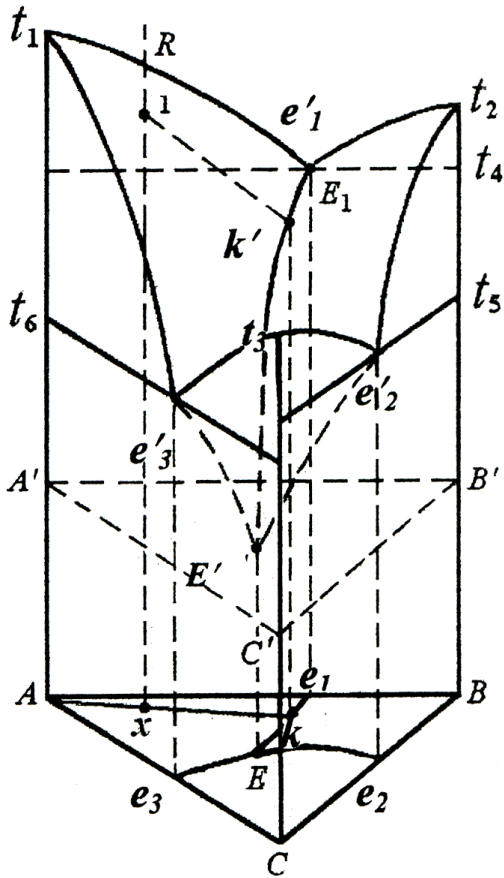
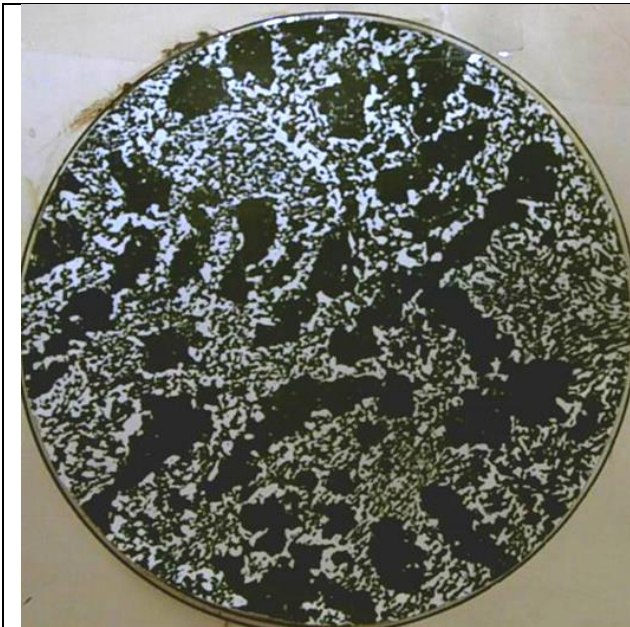


Рис. 17



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.

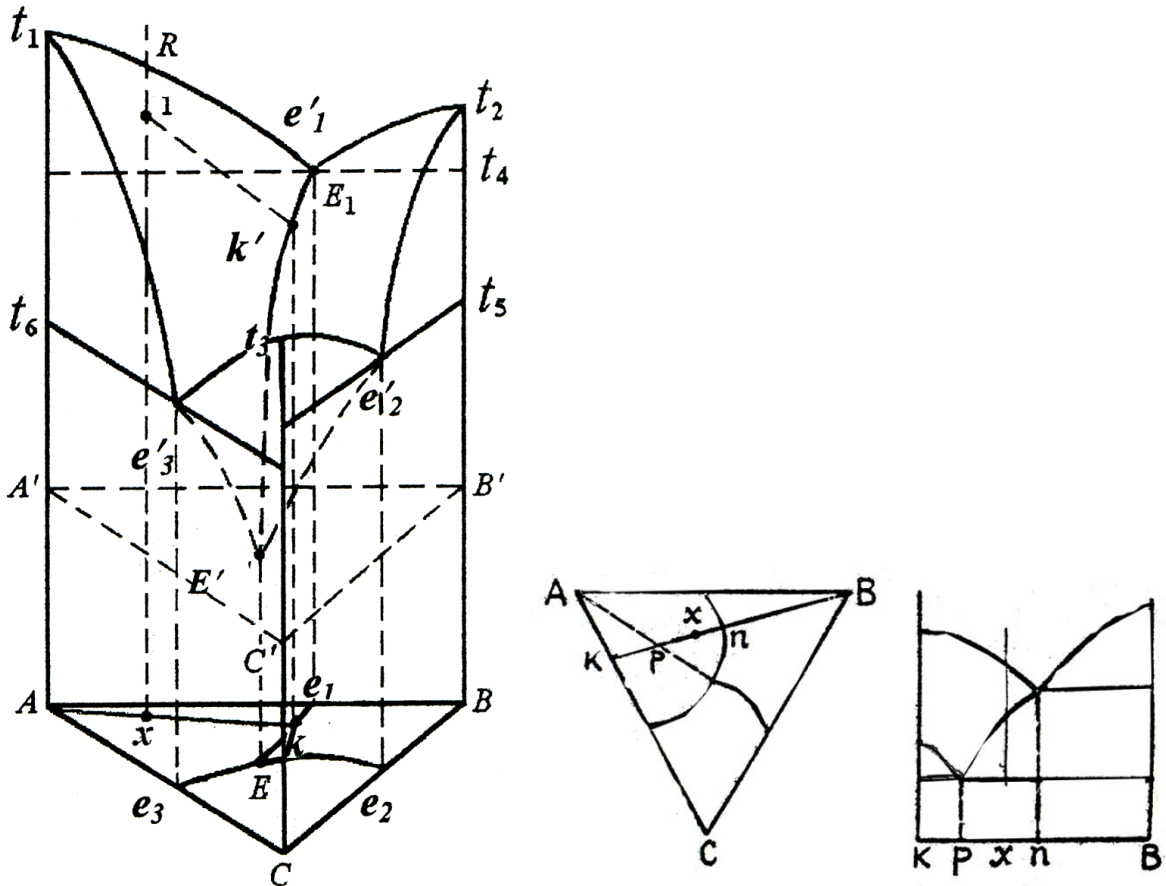
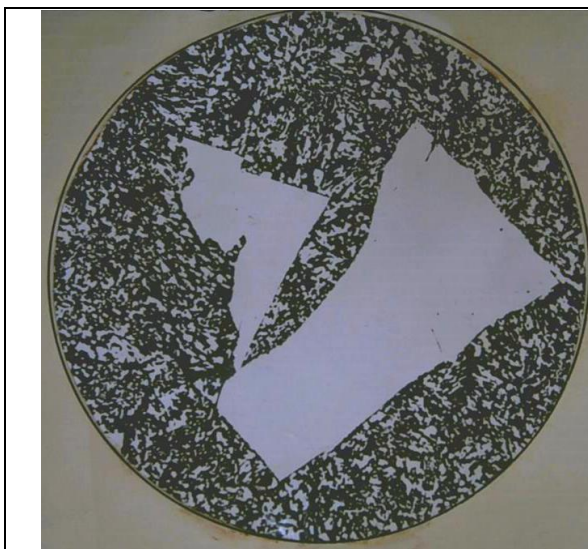


Рис. 18



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?

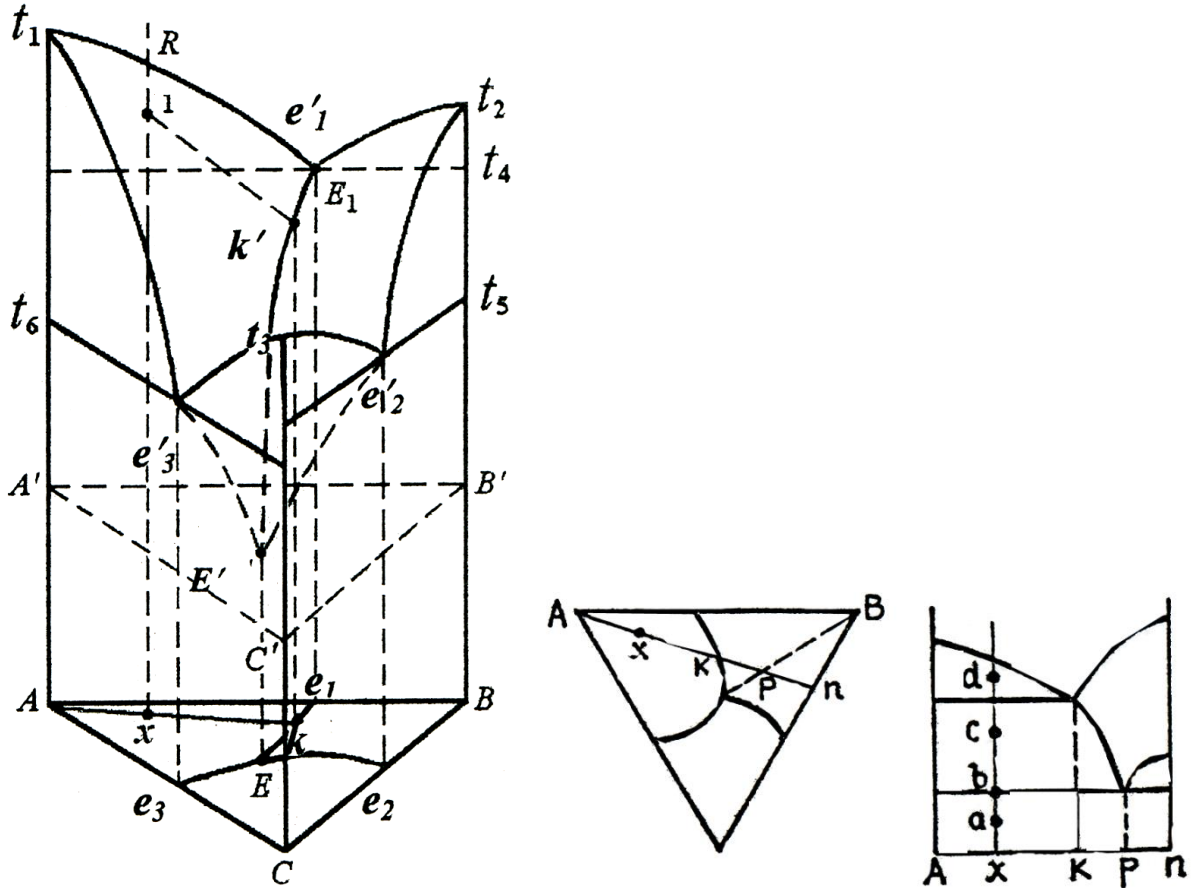
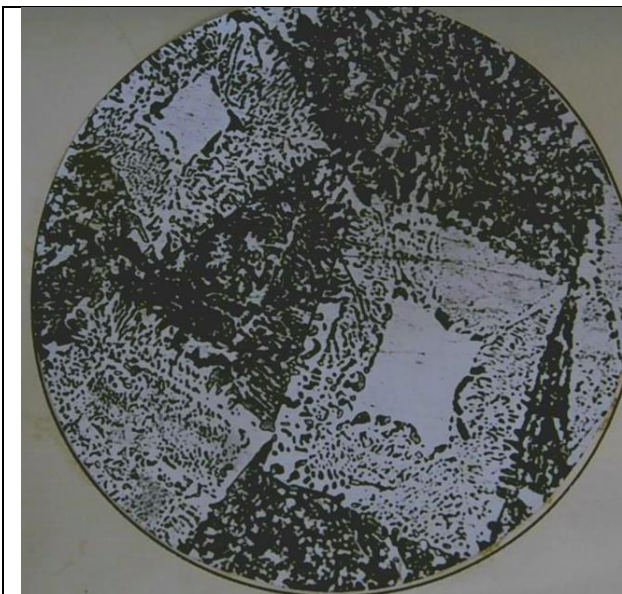


Рис. 19



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.

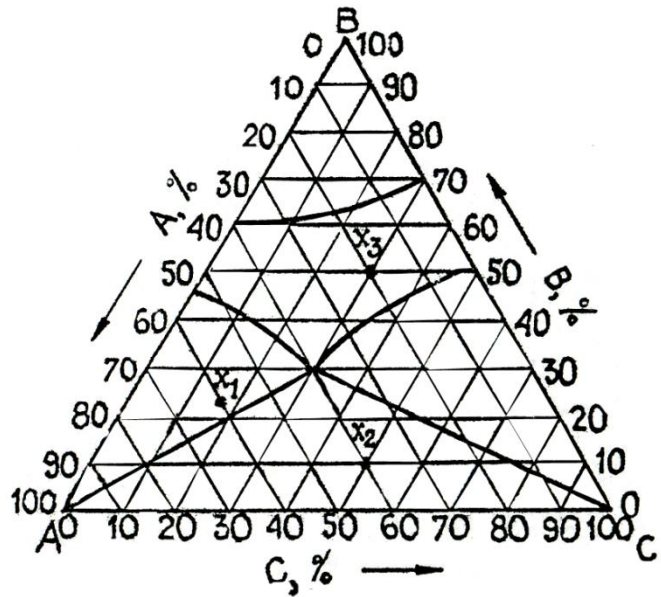
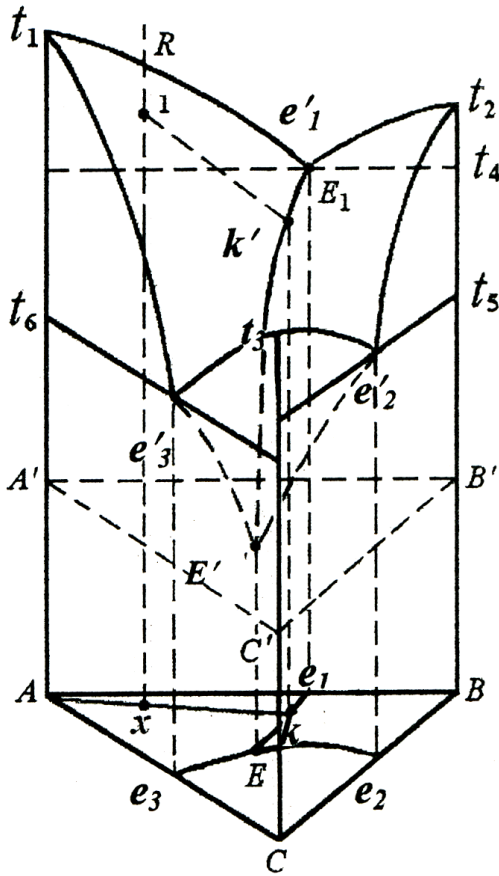
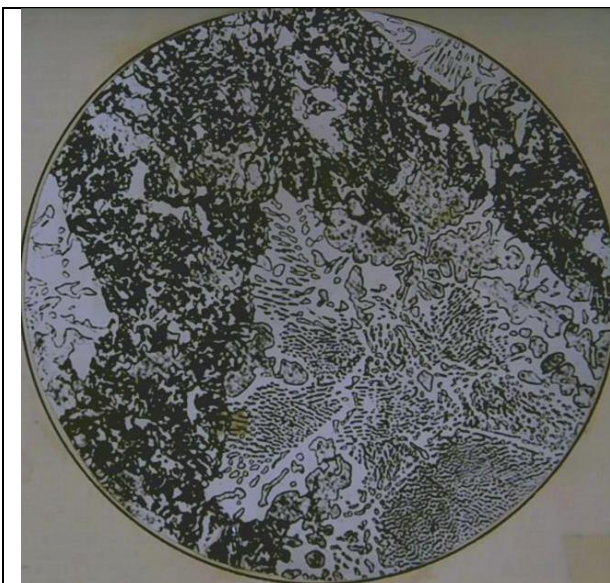


Рис. 20



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  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ .

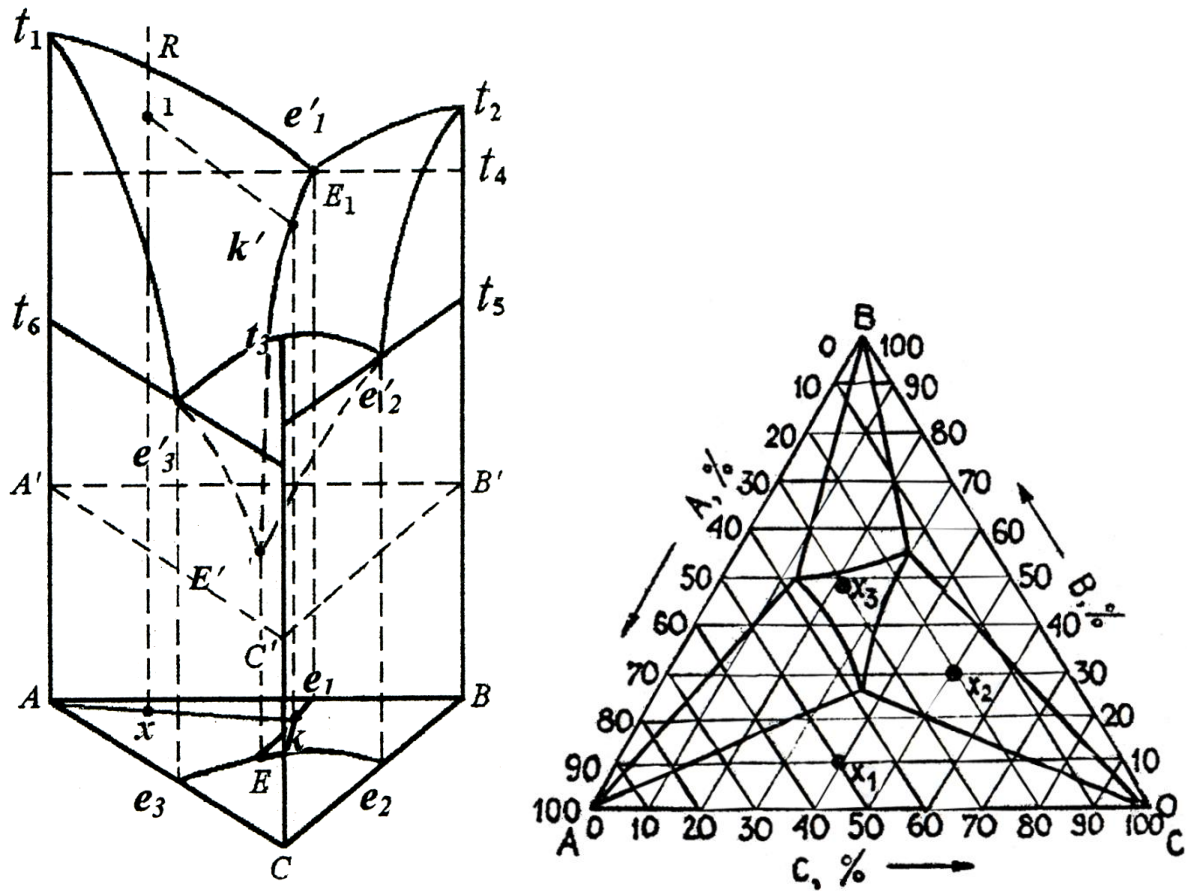
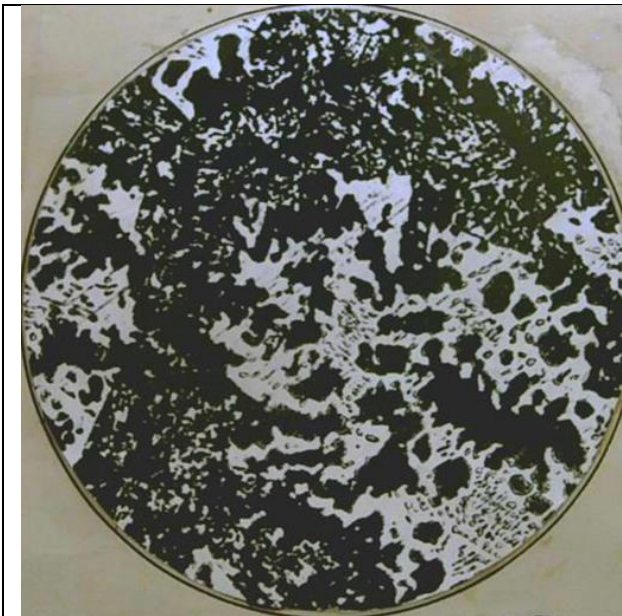


Рис. 21



2. Опишите структуру сплава системы Sn-Pb-Bi