

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ВД.01.02  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Фазовые равновесия и структурообразование**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)  
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

направленность (профиль)/специализация  
Инженерия конструкционных материалов для беспилотных мобильных систем

Форма обучения: заочная

Год набора: 2024

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	7	Итого
Форма контроля	Зач.	
Вид занятий		
Лекции	4	<b>4</b>
Лабораторные		
Практические		
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	<b>0,25</b>
Контактная работа	4,75	<b>4,75</b>
Самостоятельная работа	100	<b>100</b>
Контроль	3,75	<b>3,75</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

Рабочую программу составил(и):

д.т.н., доцент Н.А. Клевцова

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «01» сентября 2029 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры СОМДиРП

---

(протокол заседания № 1 от 03.09.2025г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – сформировать теоретические представления о механизмах структурообразования в металлических материалах и на их основе научить анализировать фазовые превращения и структуры металлов и сплавов при различных процессах: кристаллизации, полиморфных превращениях, деформации, отжиге, старении и других процессах.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: физика, химия, материаловедение и ТКМ, кристаллография, рентгенография.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: физика прочности и пластичности, термическая обработка сталей, электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов, наноструктурные материалы и технологии, физика и химия наноструктурированных материалов, материалы и специальные покрытия, защитные покрытия, технологические основы создания наноматериалов, материаловедение перспективных материалов.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-2. Способен использовать на практике современные представления о влиянии макро, микро- и нано-структуры на свойства материалов, их технологическую и физическую прочность, особенности взаимодействия с окружающей средой, энергетическими полями и излучением	<i>ПК-2.3. Понимает физику процесса фазовых равновесий в расплавленном металле и их влияние на структурообразование</i>	Знать: влияние микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействия с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением
		Уметь: использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействия с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением
		Владеть: способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействия с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Атомно- кристаллическое строение металлов и сплавов	Лек. 1	Тема 1. Кристаллография. Дефекты кристаллической решетки. Кристаллизация металлов. Структура слитка. Нормальный и мартенситный механизмы. Диаграммы фазового равновесия и структура сплавов.	7	1	-	-	Отчет по Ср
	Ср.	Диаграмма состояния систем с неограниченной растворимостью, с бинодальной кривой и с упорядоченными твердыми растворами компонентов		25	-	-	
	Лек. 2	Тема 2. Нормальный и мартенситный механизмы. Диаграммы фазового равновесия и структура сплавов.		1	-	-	
	Ср.	Диаграмма состояния систем с моно- и невариантным равновесием и систем с промежуточными фазами.		25	-	-	
Модуль 2. Фазовые превращения в металлах и сплавах	Лек. 3	Тема 3. Эвтектическое и перитектическое превращение. Термодинамика, Механизмы и кинетика превращений в твердых растворах	7	1	-	-	Отчет по Ср
	Ср.	Диаграммы состояния тройных систем. Мартенсит охлаждения и деформации. Кинетика и механизм.		25	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3. Структуро- образование в металлах и сплавах металлах и сплавах металлах и сплавах	Лек. 4  Ср.	Тема 4. Структурообразование в углеродистых сталях, чугунах и цветных сплавах.  Мартенситные превращения. Структурообразование в сталях, чугунах и цветных сплавах.	7	1  25	-  -	-  -	Отчет по Ср
Промежуточная аттестация	ПА		7	0,25	-	-	
Контроль			7	3,75		-	
<b>Итого:</b>				<b>108</b>			

## 5. Образовательные технологии

При реализации данной дисциплины используются следующие технологии:

Технология традиционного обучения – предлагает традиционную последовательность изучения нового материала.

Информационные технологии – предлагают использование компьютера во время проведения занятий.

Интерактивные технологии – предлагают диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие между студентом и преподавателем, либо между студентами, использование метода обучения «мозговой штурм», использование элементов проблемного обучения в виде наличия вопросов проблемного характера в лабораторных работах и требований анализа полученных результатов с последующим выводом по экспериментальным и расчетным данным.

## 6. Методические указания по освоению дисциплины

Учебная деятельность студента в процессе изучения дисциплины состоит из контактной формы работы с преподавателем в аудитории и самостоятельной работы. Для успешного освоения дисциплины является обязательным посещение лекций, практических и лабораторных занятий и иных форм работы.

При выполнении лабораторных работ используются МУ: Н.А. Клевцова, Г.В. Клевцов. Фазовые равновесия и структурообразование.

Каждая из практических работ завершается выполнением теста, который позволяет студенту оценить уровень овладения изучаемой темой. По окончании изучения дисциплины проводится тестирование в компьютерном классе.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине имеет особое значение, поскольку позволяет перейти от формального выполнения определенных заданий при пассивной роли студента к познавательной активности с формированием собственного мнения при решении поставленных проблемных вопросов и задач. Самостоятельная работа студентов служит получению новых знаний, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию профессиональных навыков и умений.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
7	ПК-2. Способен использовать на практике современные представления о влиянии макро, микро- и нано-структуры на свойства материалов, их технологическую и физическую прочность, особенности взаимодействия с окружающей средой, энергетическими полями и излучением	<i>Тестовые задания для выполнения самостоятельных работ № 1-70. Вопросы к зачету № 1-31.</i>

## 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

### 7.2.1. \_ Темы заданий для выполнения практических работ № 1-70

(наименование оценочного средства)

- Задание 1. Начертите в элементарной кубической ячейке кристаллографические плоскости (100), (110), (111), (211), (311), (112), (001), (211), (010).
- Задание 2. Начертите в элементарной кубической ячейке плоскости, отсекающие на координатных осях отрезки  $a$ ;  $b$ ;  $c$  и  $2a$ ;  $b$ ;  $2c$ . Определите индексы Миллера данных атомных плоскостей.
- Задание 3. Начертите в элементарной кубической ячейке кристаллографические направления  $[100]$ ,  $[110]$ ,  $[111]$ ,  $[211]$ ,  $[311]$ ,  $[112]$ ,  $[001]$ ,  $[211]$ ,  $[010]$ . Укажите, как соотносятся данные направления с соответствующими им кристаллографическими плоскостями.
- Задание 4. Определите индексы Миллера кристаллографических плоскостей, образующих грани элементарной кубической ячейки.
- Задание 5. Начертите плотноупакованную плоскость в элементарной ячейке ГЦК решетки. Определите ее индексы.
- Задание 6. Начертите плотноупакованную плоскость в элементарной ячейке ОЦК решетки. Определите ее индексы.
- Задание 7. Переведите трехосные обозначения индексов плоскостей в ГПУ решетке (100), (110), (111), (211), (112), (001), (211), (010) в четырехосные и начертите данные плоскости в элементарной ГПУ ячейке.
- Задание 8. Переведите трехосные обозначения индексов плоскостей в ГПУ решетке  $[100]$ ,  $[110]$ ,  $[111]$ ,  $[211]$ ,  $[112]$ ,  $[001]$ ,  $[211]$ ,  $[010]$  в четырехосные и начертите данные плоскости в элементарной ГПУ ячейке.
- Задание 9. Определите все возможные трансляции в ОЦК –решетке. Начертите трансляции в виде векторов в элементарной ячейке.
- Задание 10. Определите все возможные трансляции в ГЦК –решетке. Начертите трансляции в виде векторов в элементарной ячейке.
- Задание 11. Равновесная концентрация вакансий в ГЦК- кристалле при комнатной температуре равна  $10^{-20}$ . Оцените концентрацию закалочных вакансий при охлаждении от  $927^{\circ}\text{C}$ . Сравните и оцените, на сколько порядков концентрация закалочных вакансий больше (или меньше) их равновесной концентрации при комнатной температуре.
- Задание 12. Энергия активации миграции вакансий  $E_m$  в никеле составляет 1,5 эВ, а энергия активации самодиффузии  $E_d = 3,03$  эВ. Определите отношение равновесной концентрации вакансий при  $1027^{\circ}\text{C}$  к равновесной концентрации при  $27^{\circ}\text{C}$ . ( $E_d = E_o + E_m$ ).
- Задание 13. Проанализируйте, почему тетраэдрические пустоты в плотнейших шаровых упаковках не могут быть заняты атомами (ионами) с радиусом более  $0,22R$ ?
- Задание 14. Известно, что в процессе пластической деформации плотность дислокаций в материале увеличивается. Проанализируйте и объясните, механизмы появления дополнительных дислокаций.
- Задание 15. Определите изменение равновесной концентрации вакансий в серебре в интервале температур 200-1200 К с шагом 200 К. Постройте график зависимости равновесной концентрации вакансий от температуры. Колебательной энтропией образования вакансий можно пренебречь.
- Задание 16. Известно, что равновесная концентрация вакансий в магнии вблизи его точки плавления составляет  $7,2 \cdot 10^{-4}$ . Оцените равновесную концентрацию вакансий в магнии при нескольких температурах ниже температуры плавления вплоть до комнатной температуры. Сделайте вывод об изменении равновесной

концентрации вакансий при изменении температуры. Постройте график зависимости равновесной концентрации вакансий от температуры.

Задание 17. Проанализируйте и опишите факторы, влияющие на подвижность границы.

Задание 18. Оцените величину критического напряжения, необходимого для начала работы источника Франка-Рида в отожженной меди, если исходной закрепленной дислокацией является краевая дислокация с  $v=a[110]$  длиной  $10^{-4} \text{ см}^{-2}$ . (период решетки меди  $a=0,361 \text{ нм}$ ) ( $\tau_{кр}=Gb/l$ ).  $G_{Cu}=42,4 \text{ ГПа}$ .

Задание 19. Проанализируйте и опишите результат упругого взаимодействия разноименных краевых дислокаций, движущихся в соседних параллельных плоскостях и в одной плоскости. Начертите схему взаимодействия.

Задание 20. Проанализируйте и опишите результат упругого взаимодействия одноименных краевых дислокаций, движущихся в соседних параллельных плоскостях и в одной плоскости. Начертите схему взаимодействия.

Задание 21. Запишите общее изменение свободной энергии системы при кристаллизации. Объясните, как меняются и от каких параметров зависят объемная свободная энергия и поверхностная свободная энергия.

Задание 22. Проанализируйте и опишите, почему для реализации гомогенной кристаллизации необходимы значительные степени переохлаждения?

Задание 23. Проанализируйте и опишите факторы, влияющие на размер зерна в литом металле.

Задание 24. Объясните, что такое критический зародыш кристалла? Проанализируйте факторы, влияющие на размер критического зародыша?

Задание 25. Начертите кривые охлаждения металла при разных степенях переохлаждения. Объясните, как зависит размер критического зародыша от степени переохлаждения?

Задание 26. Начертите кривые Таммана и опишите, как зависят от степени переохлаждения скорость образования центров кристаллизации и линейная скорость роста кристаллов при кристаллизации.

Задание 26. Опишите и поясните схемой нормальный и ступенчатый механизмы роста кристалла.

Задание 27. Описать и схематично начертить формы металлических кристаллов при кристаллизации.

Задание 28. Опишите условия кристаллизации чистого металла для получения мелкозернистой структуры.

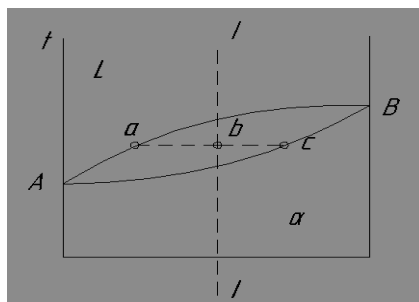
Задание 29. Опишите факторы, определяющие макроструктуру слитка. Начертите схему макроструктуры слитка.

Задание 30. Опишите гомогенную и гетерогенную кристаллизацию.

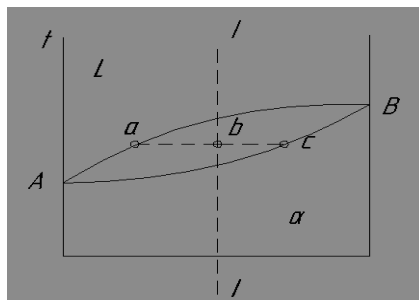
Задание 31. Вычертить диаграмму фазового равновесия системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состояниях. Указать фазовый состав всех областей диаграммы. Определить фазовый состав и объемное соотношение фаз для сплава и температуры, указанных преподавателем. Построить кривую охлаждения для данного сплава.

Задание 32. Указать вид диаграммы фазового равновесия системы. Определить объемную долю жидкой и твердой фаз в сплаве I-I при температуре, соответствующей точке b на диаграмме.

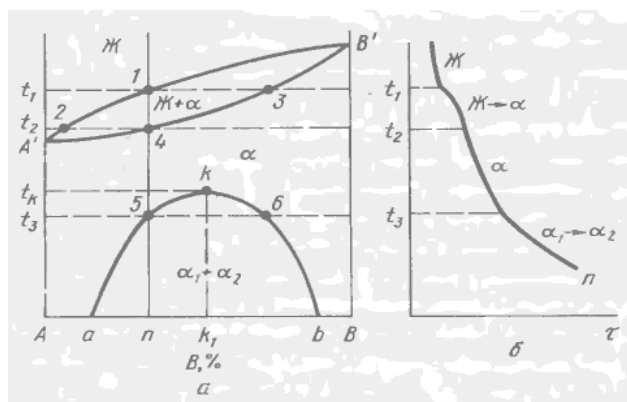




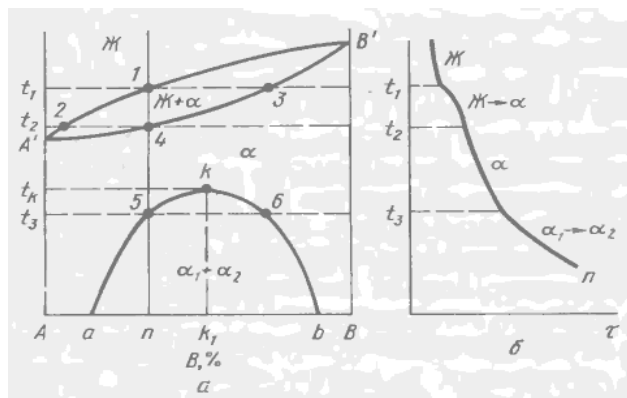
Задание 33. Указать химический состав жидкой и твердой фаз при температуре фазового равновесия, соответствующей точке b.



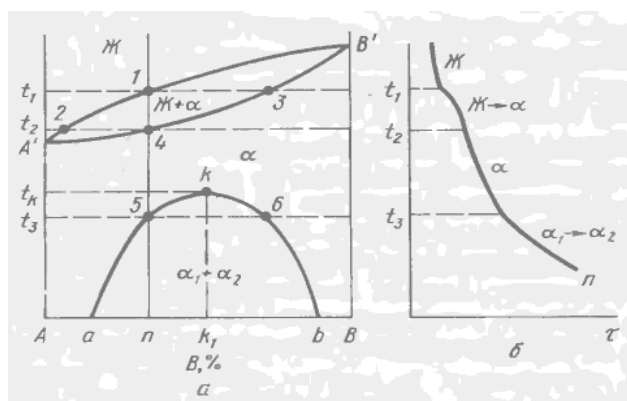
Задание 34. Укажите вид диаграммы фазового равновесия, представленной на рисунке. Определите, как изменяется состав жидкой и твердой фаз при охлаждении сплава n в интервале температур  $t_1$ - $t_2$ . Используя правило фаз, укажите вариативность системы в интервале температур  $t_1$ - $t_2$ .



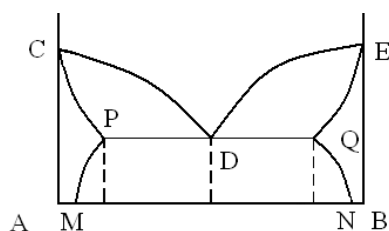
Задание 35. Укажите вид диаграммы фазового равновесия, представленной на рисунке. Определите, как твердой фазы при охлаждении сплава n в интервале температур  $t_2$ - $t_3$ . Используя правило фаз, укажите вариативность системы в интервале температур  $t_2$ - $t_3$ .



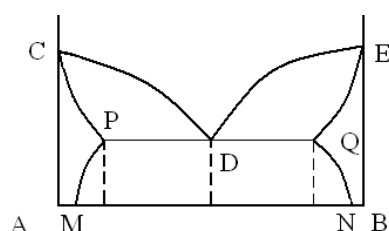
Задание 34. Укажите вид диаграммы фазового равновесия, представленной на рисунке. Определите, какие фазы существуют и как изменяется состав твердых фаз при охлаждении сплава  $n$  в интервале температур  $t_3$ -комнатная. Используя правило фаз, укажите вариативность системы в этом интервале температур. Объясните существование двух твердых растворов при температурах ниже бинодали.



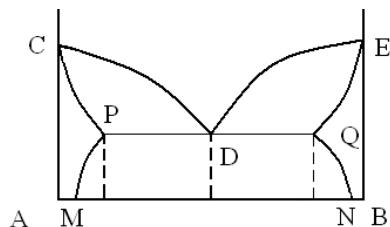
Задание 35. Укажите вид диаграммы фазового равновесия, представленной на рисунке. Назовите все линии и фазовые области на диаграмме.



Задание 36. Укажите двухфазные области на диаграмме состояния эвтектической системы. Какие фазы существуют в этих областях?

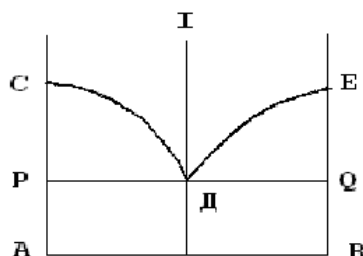


Задание 37. Укажите эвтектический сплав на диаграмме, температурные условия кристаллизации эвтектики, Состав твердых фаз, образующихся по эвтектической реакции, при эвтектической температуре. Как изменяется состав фаз, образующих эвтектику, при охлаждении

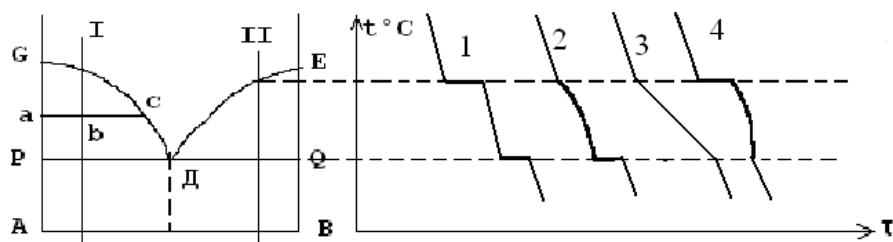


Задание 38. Опишите виды и условия образования различных видов эвтектик.

Задание 39. Укажите фазовые составы областей РСД, DEQ и точки Д диаграммы равновесия. Напишите схему фазового превращения при эвтектической температуре для сплава I.

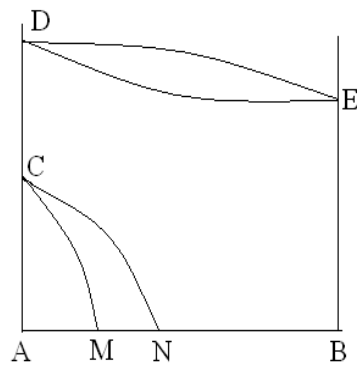


Задание 40. Укажите кривые охлаждения сплавов I и II. Используя правило фаз, определите число степеней свободы. Укажите химический состав и объемное соотношение фаз для сплава I при температуре, соответствующей точке b.



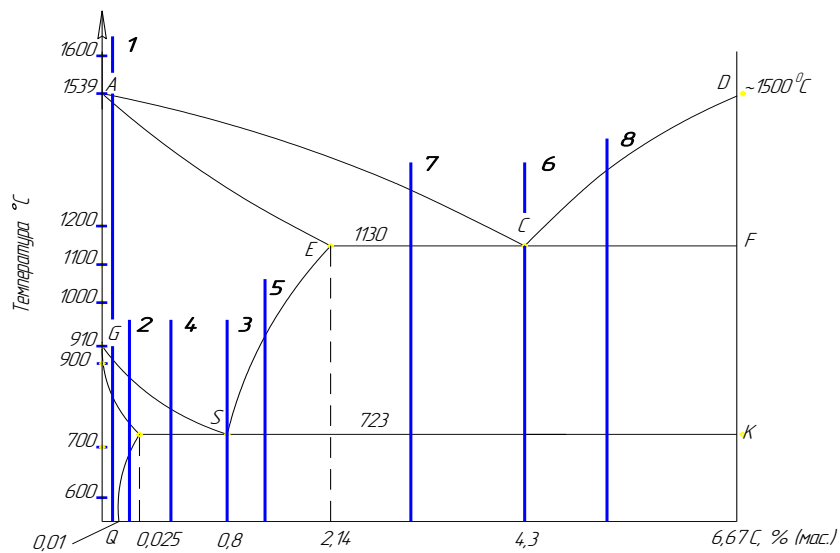
Задание 41. Укажите цели гомогенизации доэвтектических сплавов, находящихся по составу вне эвтектической горизонтали.

Задание 42. Определите вид диаграммы фазового равновесия. Укажите фазовый состав всех областей диаграммы.

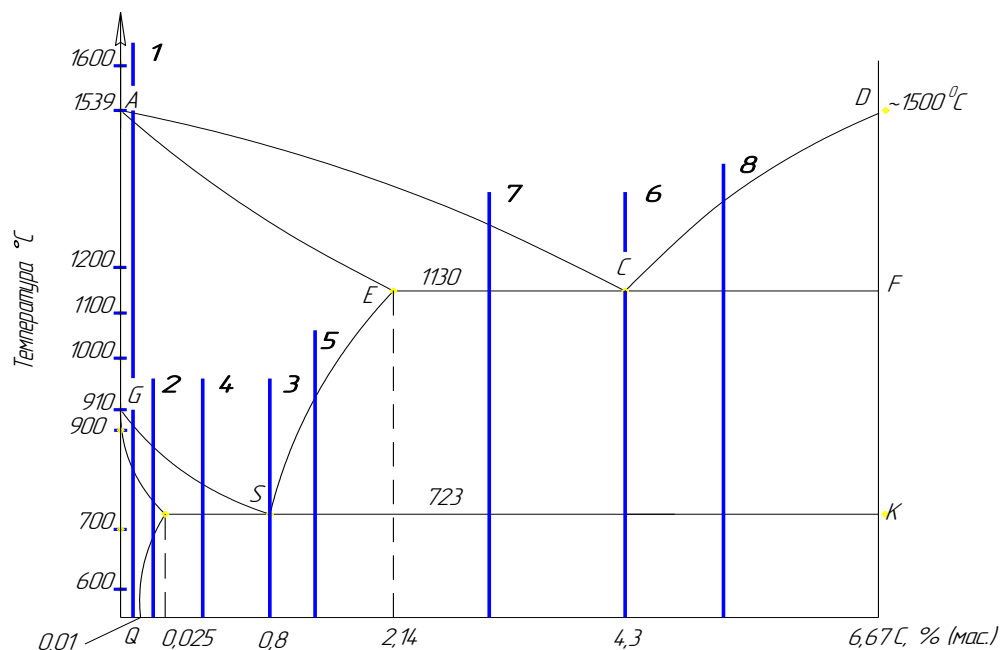


Задание 43. Начертите диаграмму состояния железо- углерод. Укажите название всех линий диаграммы и фазовый состав всех областей на диаграмме.

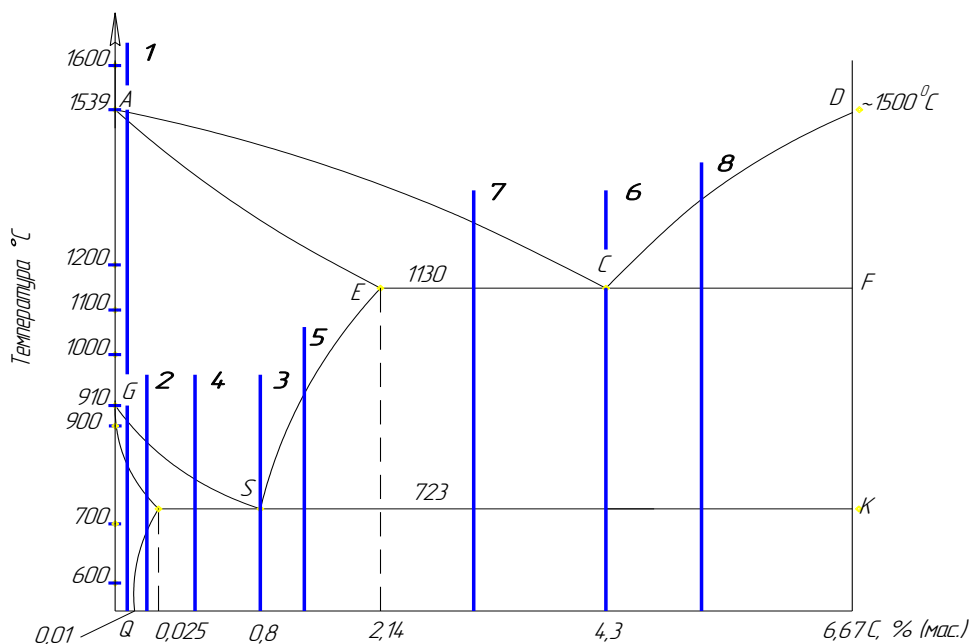
Задание 44. Укажите название всех линий диаграммы и равновесные структуры всех указанных сплавов при комнатной температуре.



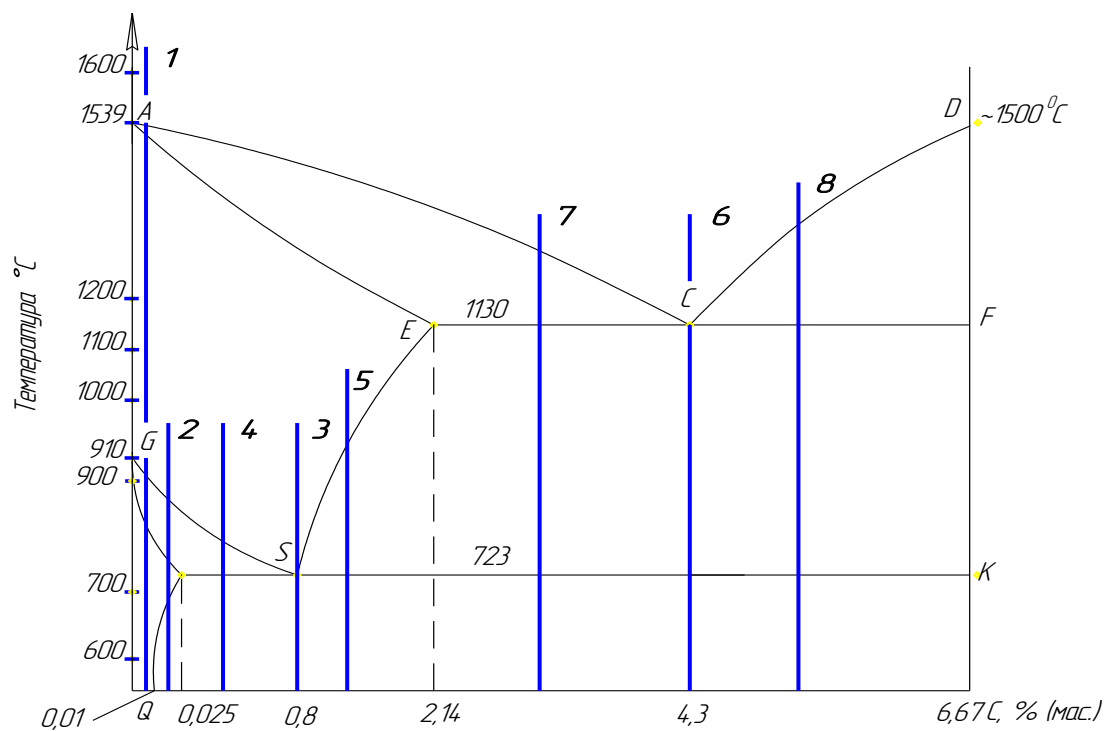
Задание 45. Укажите структуру сплавов 1, 2, 4 при температурах выше линии GS. Как называются эти сплавы. Назовите равновесные структуры этих сплавов при комнатной температуре.



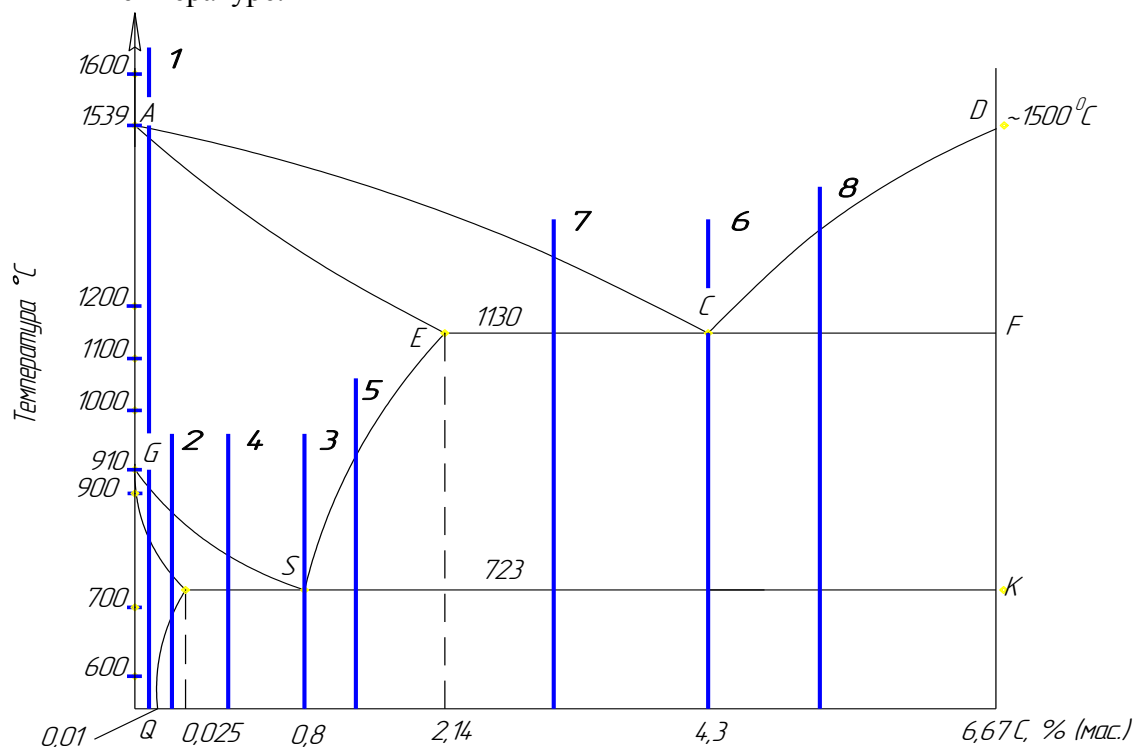
Задание 46. Укажите эвтектоидный сплав на диаграмме фазового равновесия, представленной на рисунке. Укажите структуру и фазовый состав сплава выше и ниже точки S. Опишите кинетику фазового превращения.



Задание 47. Укажите заэвтектоидный сплав на диаграмме фазового равновесия, представленной на рисунке. Опишите фазовые превращения в сплаве при охлаждении. Укажите структуру и фазовый состав сплава при комнатной температуре.

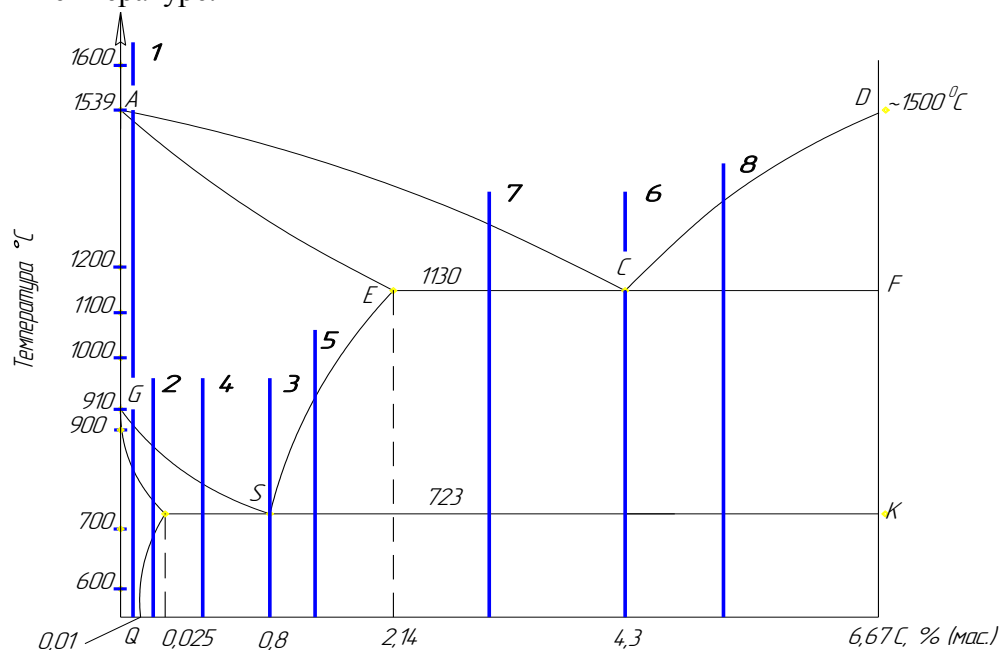


Задание 48. Укажите доэвтектический сплав на диаграмме фазового равновесия, представленной на рисунке. Опишите фазовые превращения в сплаве при охлаждении. Укажите структуру и фазовый состав сплава при комнатной температуре.

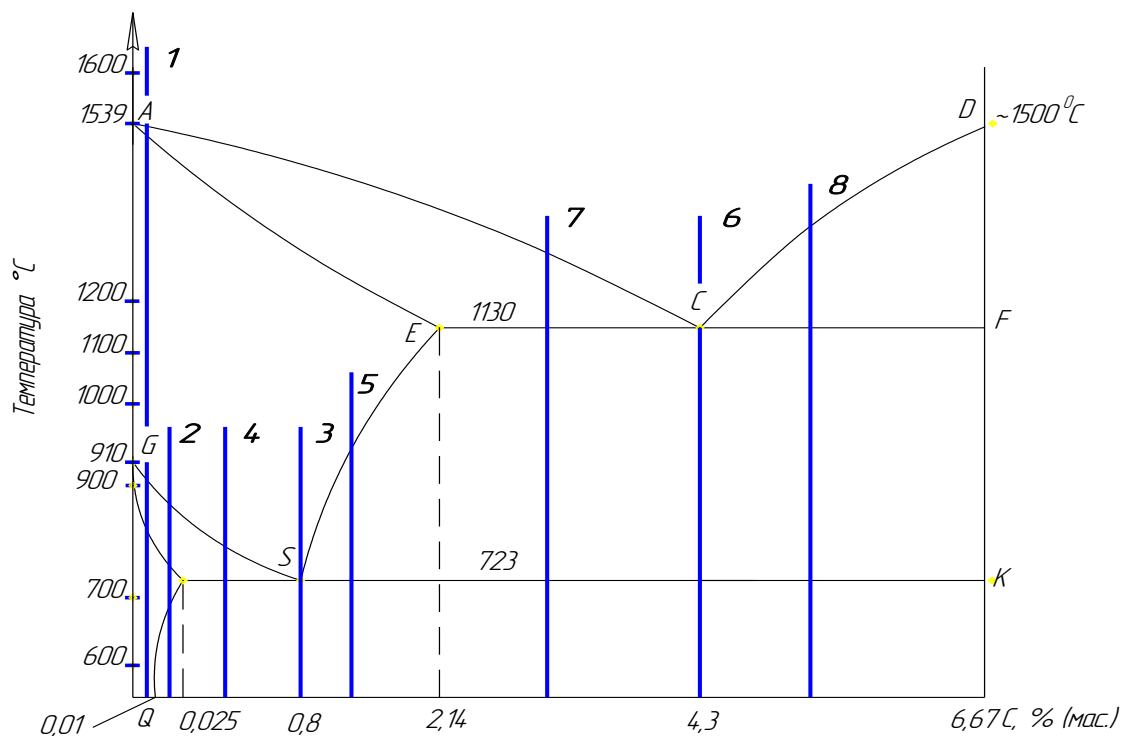


Задание 49. Укажите эвтектический сплав на диаграмме фазового равновесия, представленной на рисунке. Опишите фазовые превращения в сплаве при

охлаждении. Укажите структуру и фазовый состав сплава при комнатной температуре.

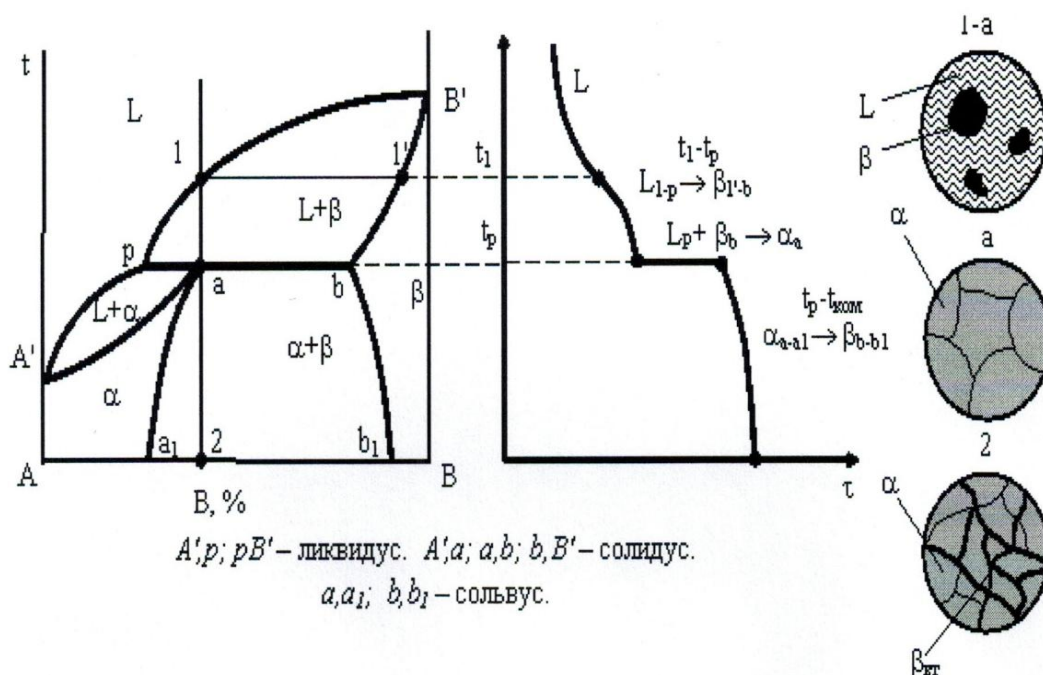


Задание 50. Укажите заэвтектический сплав на диаграмме фазового равновесия, представленной на рисунке. Опишите фазовые превращения в сплаве при охлаждении. Укажите структуру и фазовый состав сплава при комнатной температуре.

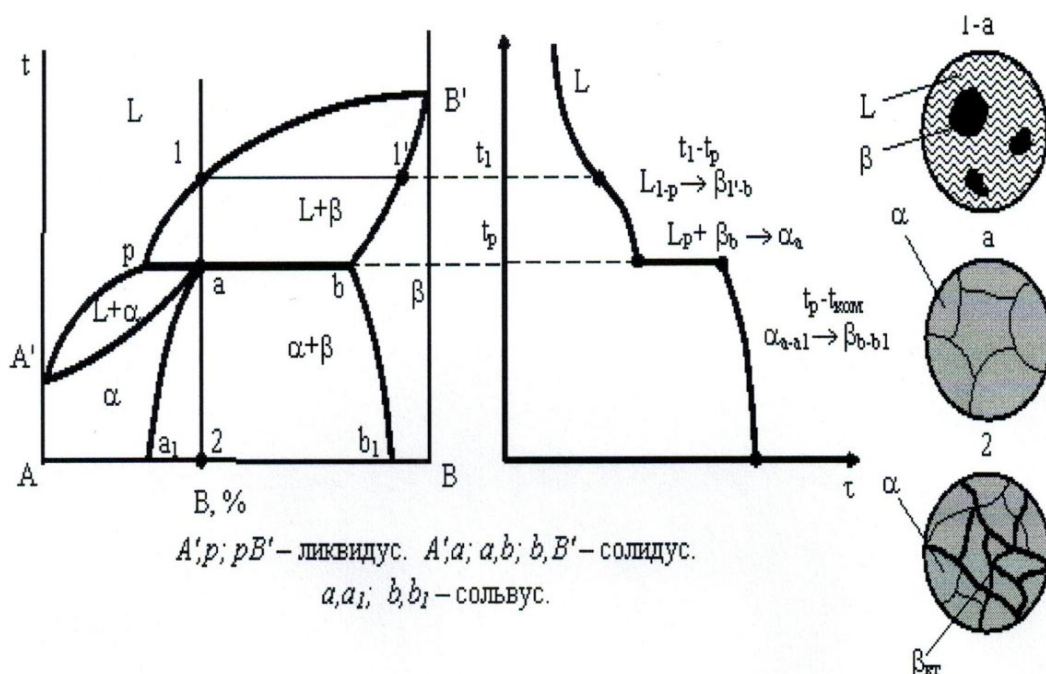


Задание 51. Укажите вид диаграммы фазового равновесия, представленной на рисунке. Опишите фазовые превращения в сплаве, указанном вертикалью 1а2.

Определите вариативность системы при охлаждении, пользуясь кривой охлаждения.



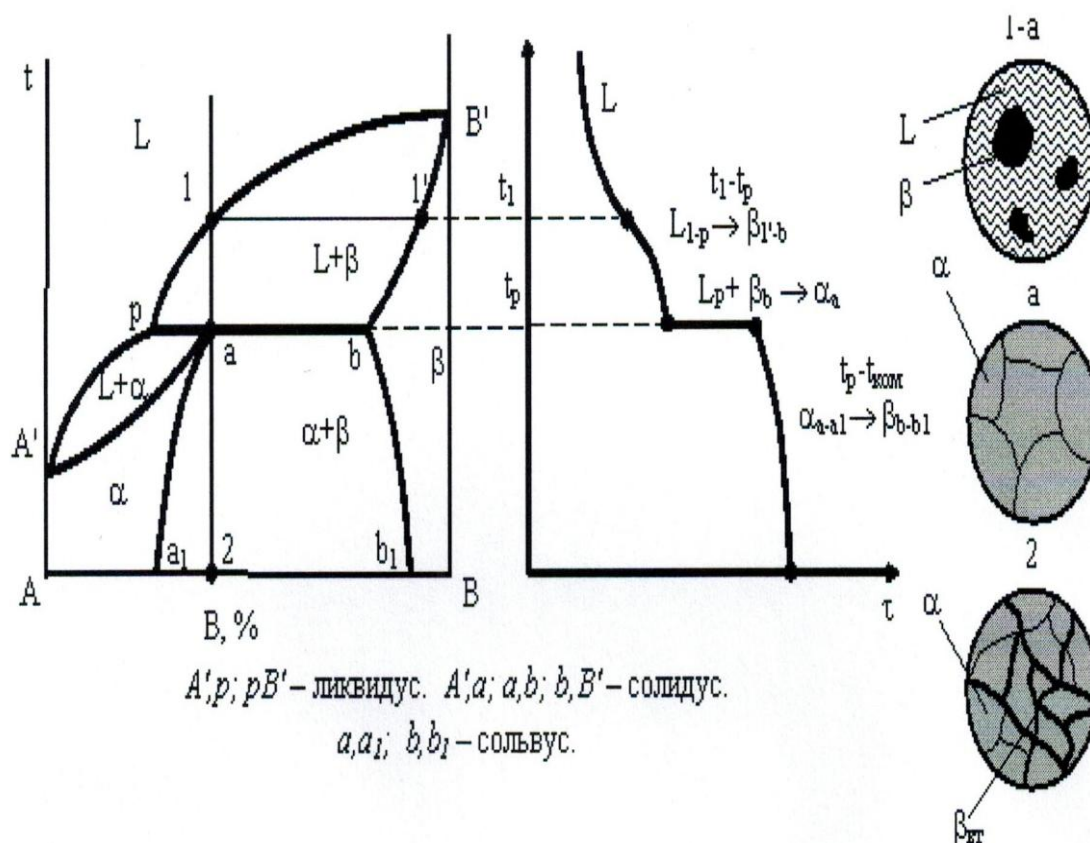
Задание 52. Укажите вид и все линии диаграммы фазового равновесия, представленной на рисунке. Опишите фазовые превращения в сплаве, указанном вертикалью 1а2, при температуре, соответствующей точке а. Определите химический состав фаз до и после реакции.



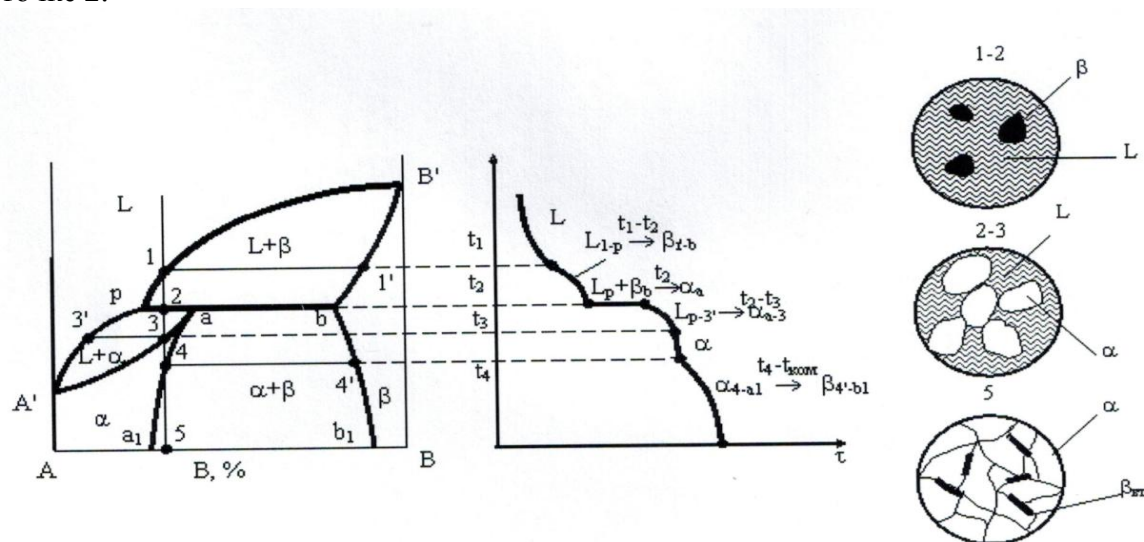
Задание 53. Укажите вид и все линии диаграммы фазового равновесия, представленной на рисунке. Опишите фазовый состав сплава, обозначенного вертикалью 1а2, при



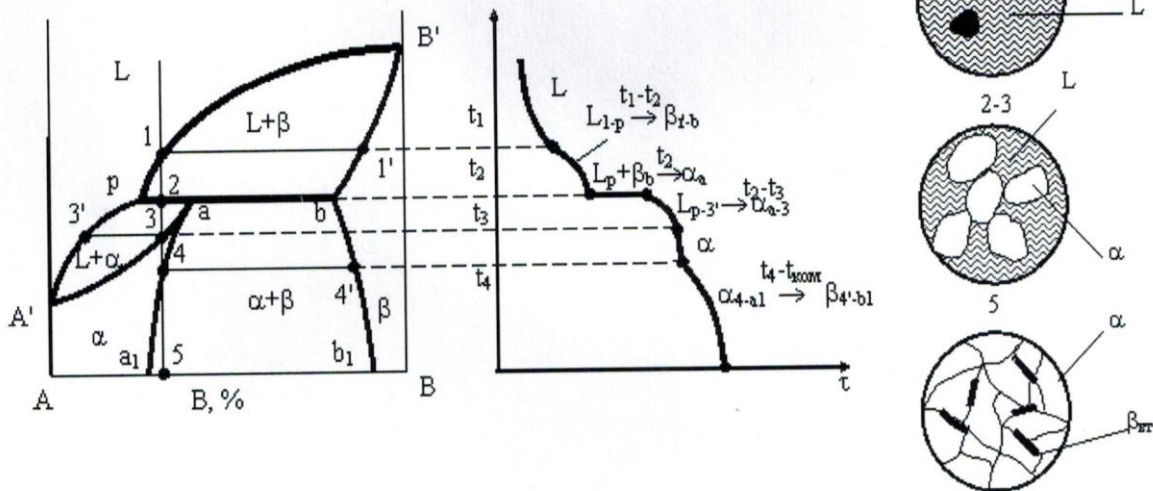
комнатной температуре, соответствующей точке 2. Определите химический состав и объемное соотношение фаз.



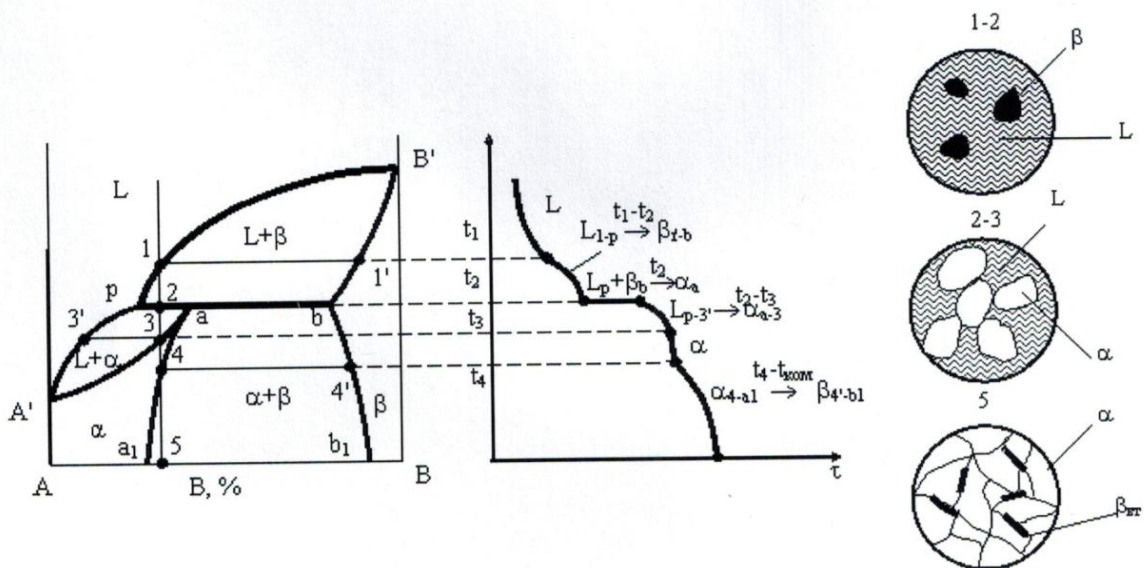
Задание 54. Укажите вид и все линии диаграммы фазового равновесия, представленной на рисунке. Опишите фазовые превращения в сплаве, обозначенном вертикалью, при охлаждении. Определите химический состав и объемное соотношение фаз в точке 2.



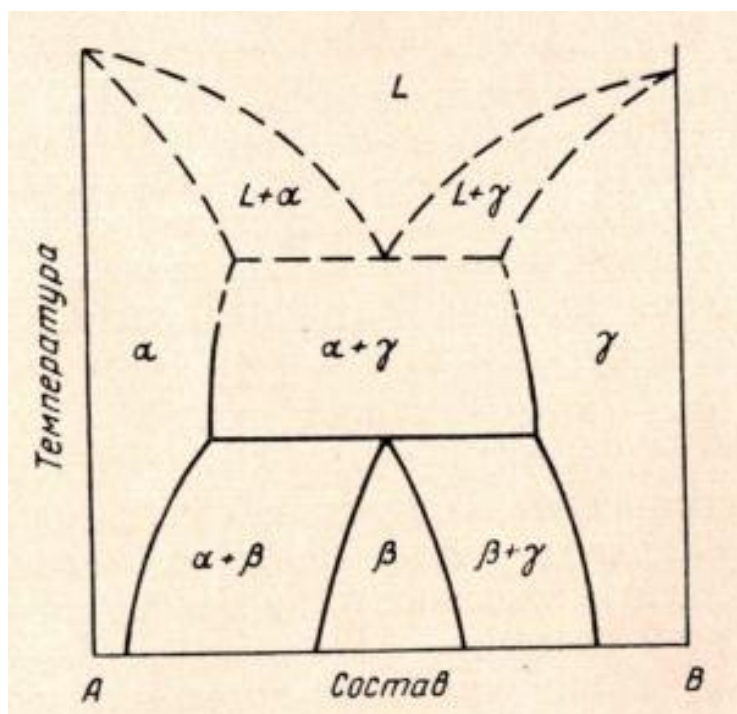
Задание 55. Опишите фазовые превращения и структурообразование в сплаве, обозначенном вертикалью, при охлаждении в интервале температур 4-5. Определите химический состав и объемное соотношение фаз в точке 5.



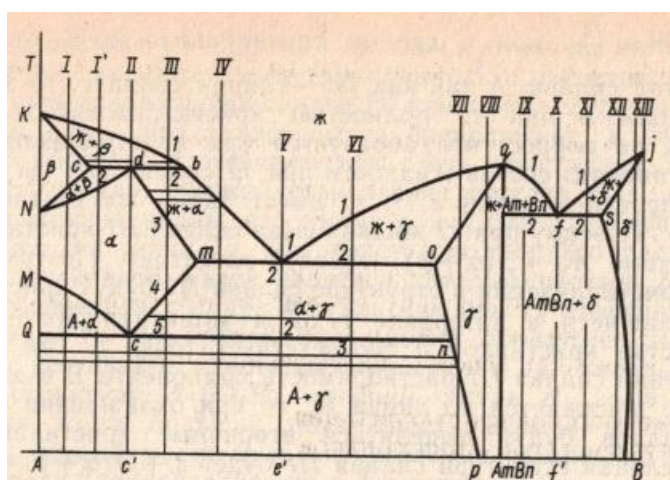
Задание 56. Используя правило обратных отрезков, определите по диаграмме для сплава, показанного вертикалью, объемную долю  $\beta$  - фазы, вступающей в перитектическую реакцию. Определите химический состав фаз после реакции.



Задание 57. Укажите вид диаграммы, представленной на рисунке. Опишите фазовые превращения при охлаждении в сплавах, указанных преподавателем.



Задание 58. Укажите вид диаграммы, представленной на рисунке. Опишите фазовые превращения при охлаждении в сплавах, указанных преподавателем. Постройте кривые охлаждения. Определите химический состав и объемное соотношение фаз при разных температурах (по указанию преподавателя).

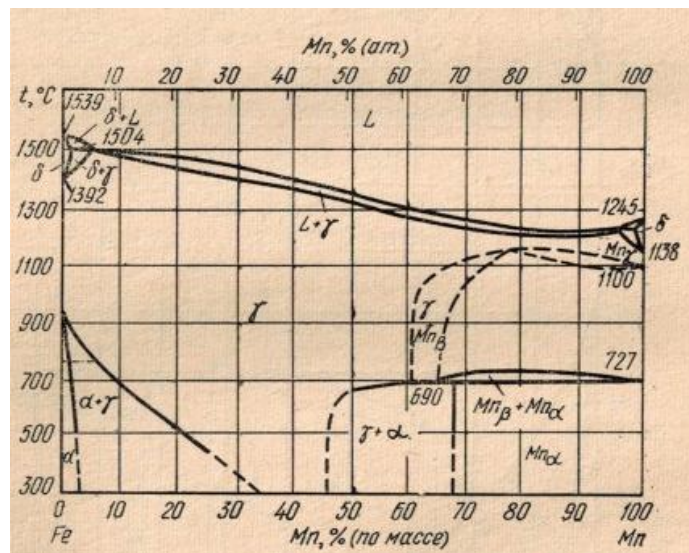


Задание 59. Опишите виды и цель отжигов.

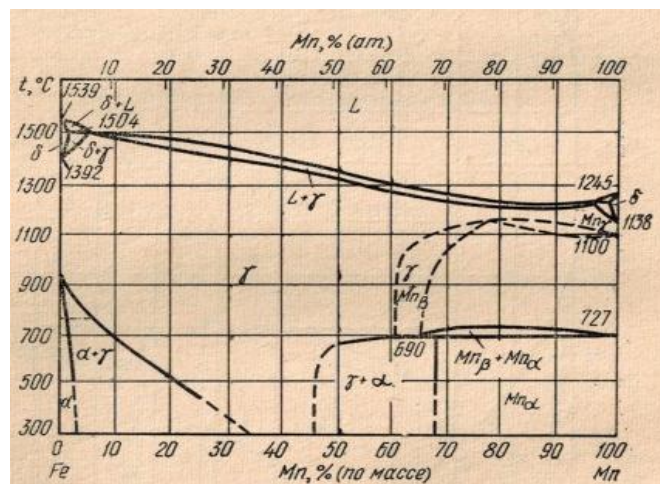
Задание 60. Опишите виды термической обработки для уменьшения степени неравновесности структуры закаленного сплава.

Задание 61. По диаграмме фазового равновесия системы Fe-Mn определите фазовый состав сплава Fe - 40% Mn при комнатной температуре.





Задание 62. По диаграмме фазового равновесия определите, сколько двухфазных областей в системе Fe-Mn? Опишите фазовый состав.



Задание 63. Опишите концентрационный треугольник Гиббса и правила треугольника..

Задание 64. Химический состав тройного сплава  $R = 20\% A + 70\% B + 10\% C$ ;  $S = 40\%$ . Обозначьте точкой этот сплав в треугольнике Гиббса.

Задание 65. Химический состав тройного сплава  $S = 40\% A + 40\% B + 20\%$ . Обозначьте точкой этот сплав в треугольнике Гиббса.

Задание 66. Химический состав тройного сплава  $L = 10\% A + 30\% B + 60\% C$ . Обозначьте точкой этот сплав в треугольнике Гиббса.

Задание 67. Смешаем три трехкомпонентных сплава  $R = 20\% A + 70\% B + 10\% C$ ;  $S = 40\% A + 40\% B + 20\% C$  и  $L = 10\% A + 30\% B + 60\% C$  в соотношении 2:3:5 соответственно. Определите химический состав полученного сплава. Обозначьте сплавы точками в треугольнике Гиббса. Проверьте выполнение правила конодного треугольника.

Задание 68. Смешаем три трехкомпонентных сплава  $R = 10\% A + 70\% B + 20\% C$ ;  $S = 30\% A + 40\% B + 30\% C$  и  $L = 20\% A + 30\% B + 50\% C$  в соотношении 2:3:5 соответственно. Определите химический состав полученного сплава. Обозначьте сплавы точками в треугольнике Гиббса. Проверьте выполнение правила конодного треугольника.

Задание 69. Смешаем три трехкомпонентных сплава  $R = 30\% A + 50\% B + 20\% C$ ;  $S = 20\% A + 40\% B + 40\% C$  и  $L = 30\% A + 30\% B + 40\% C$  в соотношении 2:3:5 соответственно. Определите химический состав полученного сплава. Обозначьте сплавы точками в треугольнике Гиббса. Проверьте выполнение правила конодного треугольника.

Задание 70. Смешаем три трехкомпонентных сплава  $R = 30\% A + 50\% B + 20\% C$ ;  $S = 20\% A + 40\% B + 40\% C$  и  $L = 30\% A + 30\% B + 40\% C$  в соотношении 2:3:5 соответственно. Определите химический состав полученного сплава. Обозначьте сплавы точками в треугольнике Гиббса. Проверьте выполнение правила конодного треугольника.

### Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если расчет, построение и анализ выполнен правильно более чем на 80 % и обоснован;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если расчет, построение и анализ выполнен правильно не менее чем на 60 % и в основном обоснован;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если расчет, построение и анализ выполнен правильно не менее чем на 40 % и в основном обоснован;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если расчет, построение и анализ выполнен правильно менее чем на 40 %, и студент не может обосновать представленные решения;

### Темы письменных работ

№ п/п	Темы
	не предусмотрены

### Краткое описание и регламент выполнения

3 теста по 10 вопросов – время 45 мин.

## 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

№ п/п	Вопросы к зачету
1.	Атомно-кристаллическое строение металлов. Дефекты кристаллического строения; влияние их на свойства металлов.
2.	Кристаллизация металлов. Спонтанное образование центров кристаллизации. Условие и движущая сила кристаллизации. Гетерогенное образование центров кристаллизации.
3.	Условия кристаллизации сплавов. Диаграммы фазового равновесия. Кривые охлаждения. Экспериментальное построение диаграммы. Правило фаз.
4.	Фазы в металлических сплавах. Виды твердых растворов. Химические соединения. Гетерогенные структуры.
5.	Диаграммы состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состояниях.
6.	Диаграммы состояния систем с точками экстремума на кривых ликвидуса и солидуса.
7.	Диаграммы состояния с бинодальной кривой и упорядоченными твердыми растворами.
8.	Диаграммы фазового равновесия и фазовые превращения в системах с эвтектикой.
9.	Диаграммы фазового равновесия и фазовые превращения в системах с перитектикой.
10.	Диаграммы фазового равновесия и фазовые превращения в системах с промежуточными фазами.
11.	Диаграммы фазового равновесия систем с монотектикой.
12.	Диаграммы фазового равновесия систем с синтектикой.
13.	Механизмы фазовых превращений в твердом состоянии. Диаграммы состояния сплавов с частичным распадом твердого раствора и диаграммы состояния сплавов, компоненты которых испытывают полиморфные превращения.
14.	Диаграммы фазового равновесия и фазовые превращения в системах с эвтектоидом.
15.	Диаграммы фазового равновесия и фазовые превращения в системах с перитектоидом.
16.	Диаграммы состояния тройных систем. Треугольник Гиббса. Политермические и изотермические разрезы.
17.	Диаграммы состояния и фазовые превращения в тройных системах с непрерывными рядами твердых растворов.
18.	Структурообразование в углеродистых сталях и чугунах. Диаграмма состояния Fe-C. Компоненты и фазы в системе Fe-C. Критические точки. Классификация, микроструктура.
19.	Классификация и краткая характеристика основных видов термической обработки.
20.	Цель и виды отжига. Отжиг 1-го и 2-го рода.
21.	Закалка без полиморфного превращения.
22.	Закалка с полиморфными превращениями. Особенности мартенситного превращения в сталях. Микроструктура и свойства мартенсита.
23.	Отпуск стали. Цели и виды отпуска. Изменение структуры и свойств стали при отпуске.
24.	Термомеханическая обработка. Структурообразование и свойства.
25.	Химико-термическая обработка (ХТО). Виды ХТО.
26.	Диаграммы состояния тройных систем. Треугольник Гиббса. Политермические и

	изотермические разрезы.
27.	Структурообразование в легированных сталях. Конструкционные легированные стали. Термическая обработка, структура, свойства.
28.	Жаропрочные, жаростойкие, коррозионностойкие и криогенные стали и сплавы. Структурообразование, свойства.
29.	Инструментальные легированные стали и сплавы. Структурообразование, свойства.
30.	Стали и сплавы с особыми физическими свойствами. Структурообразование, свойства.
31.	Структурообразование в цветных сплавах на основе титана, алюминия, меди.

### 7.3.1. Банк тестовых заданий в объеме 250шт (Росдистант)

### 7.3.3. Критерии и нормы оценки

Курс	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
4	тестирование	- оценка «зачтено» - 55 и более баллов - оценка «не зачтено» - менее 55 баллов	
4	Отчет по Пр.	«зачтено»	10 баллов и более
		«не зачтено»	Менее 10 баллов

### Процедура оценивания

Оценка выставляется по сумме баллов, набранных студентом при тестировании и баллов за отчеты по практическим работам.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Ларионова Т. В., Толочко О.В., Кольцова Т.С., Васильева Е.С., Бобрынина Е.В.	Фазовые превращения в многокомпонентных системах: учебное пособие. Санкт-Петербург, С-Пет. политехнический университет Петра Великого, 2020. – 325 с. [Электронный ресурс]	учебное пособие	2020	ЭБС "ZNANIUM. COM"

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	В.П. Дмитренко, Н.Б. Мануйлова	Материаловедение в машиностроении [Электронный ресурс]	Учебное пособие	2016	ЭБС "ZNANIUM. COM"
2	А.В. Поздняков	Материаловедение [Электронный ресурс]	Учебное пособие	2016	ЭБС "Лань"
3	Осинцев О. Е.	Диаграммы состояния двойных и тройных систем. Фазовые равновесия в сплавах [Электронный ресурс]	Учебное пособие	2014	ЭБС "Лань"
4	Ю.П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В.Ю. Пирайнен	Специальные материалы в машиностроении [Электронный ресурс]	Учебник	2014	ЭБС "IPRbooks"
5	О.А. Масанский	Материаловедение и технологии	Учебное пособие	2015	ЭБС



<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
		конструкционных материалов [Электронный ресурс]			"ZNANIUM. COM"
6	Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин	Материаловедение и технология материалов [Электронный ресурс]	Учебник	2014	ЭБС "ZNANIUM. COM"

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- «Вестник магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова», <http://vestnik.magtu.ru>
- «Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: технические науки», <http://science.samgtu.ru/node/31>
- «Литьё и металлургия» <http://lim.bntu.by>
- «Технология металлов» <http://www.nait.ru>
- «Перспективные материалы» <http://www.j-pm.ru>

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows:  WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018г., срок действия – бессрочно;  контракт №1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно;
2	Office Standart:  Office Standart 2016 Russian	договор № 757 от 04.07.2018г., срок действия - бессрочно;  контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно;
3	Mirapolis Human Capital Management	лицензионный договор № 1346 от 24.12.2024, срок действия – до 31.12.2025 включительно

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-214	Стол� ученические двухместные , столы ученические, стол компьютерный, стол преподавательский, ПК ,доска трехсекционная аудиторная (меловая), стул преподавательский, проектор мультимедийный ,экран для проектора, тумба выкатная

№ п/п	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-203	Стол преподавательский, столы ученические двухместные, стулья, доска аудиторная (меловая, трехстворчатая), столы лабораторные, микроскопы металлографические.
3	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-105	Стол ученические двухместные , стулья ученические , доска аудиторная (меловая), шкафы для учебных пособий, столы лабораторные, микроскоп металлографический, щит силовой
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Г-401	Стол ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет
5	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Д-409	Стол-парты двухместные, стулья, стол преподавательский-, стул преподавательский, передвижная доска, экран, процессор, проектор, компьютерные столы, компьютеры для студентов с выходом в сеть интернет, компьютер преподавателя.