

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ Козорез Д.А.
“15” июня 2020

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000153312)

Современные материалы и технологии

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки 38.03.02 Менеджмент

Квалификации выпускника Бакалавр

Профиль подготовки Управление технологическими инновациями

Форма обучения очная
(очно, очно-заочное, заочное)

Выпускающая кафедра ЭиУ

Обеспечивающая кафедра ЭиУ

Кафедра-разработчик рабочей программы ЭиУ

Семестр	З.Е.	Трудоемкость, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	КСР, час.	СРС, час.	Экзаменов, час.	Форма промежуточ- ного контроля
4	3	108	28	14	8	0	58	0	Зч
Итого	3	108	28	14	8	0	58	0	

Москва
2020

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы

Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС НИУ МАИ, разработанного на основе ФГОС ВО по направлению 38.03.02 Менеджмент

Авторы программы:

Пименов С.С.

Носов В.К.

Заведующий обеспечивающей кафедрой ЭиУ

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой ЭиУ

Директор выпускающего филиала

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Современные материалы и технологии является достижение следующих результатов освоения(РО):

N	Шифр	Результат обучения
1	B-16 (ОПК-2)	Владеть основными положениями, законами и методами естественных наук для решения профессиональных задач
2	У-18 (ОПК-2)	Уметь применять основные положения, законы и методы естественных наук при решении профессиональных и научных задач
3	З1 (ДПК1)	Знать сущность и формы междисциплинарного подхода
4	У2 (ДПК1)	Уметь использовать инструменты теории решения изобретательских задач в познавательной и профессиональной деятельности;
5	B1 (ДПК1)	Владеть: навыками синтеза и конвергенции знаний полученных в рамках различных дисциплин при решении задач профессиональной деятельности

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

N	Шифр	Компетенция
1	ДПК 1	Способен использовать междисциплинарный подход к решению задач профессиональной деятельности
2	ОПК-2	Способность представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики для использования при решении типовых задач профессиональной деятельности

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Современные материалы и технологии является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

N	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Методы исследования в менеджменте (Логика)	Экология
2	Теория решения изобретательских задач (Введение в авиационную и ракетно-космическую технику)	Управление знаниями
3	Физика	Итоговая гос. аттестация
4		Производственная практика 1

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы), 108 часа(ов).

Модуль	Раздел	Лекции	Практич. занятия	Лаборат. работы	КСР	СРС	Всего часов	Всего с экзаменами и курсовыми
Современные материалы и технологии	Современные материалы и технический прогресс	2	0	0	0	2	4	108
	Металлические материалы	10	4	8	0	36	58	
	Новые конструкционные	4	4	0	0	8	16	

	материалы							
	Современные технологии литейного производства	4	0	0	0	2	6	
	Современные технологии обработки металлов давлением	4	4	0	0	4	12	
	Современные технологии обработки: резание, сварка, пайка	2	2	0	0	4	8	
	Многофункциональные покрытия	2	0	0	0	2	4	
Всего		28	14	8	0	58	108	108

3.1.Содержание (дидактика) дисциплины

В разделе приводится полный перечень дидактических единиц, подлежащих усвоению при изучении данной дисциплины.

- 1. Научно-технический прогресс
- 2. Научно-техническая революция
- 3. Железоуглеродистые сплавы
- 4. Углеродистые стали
- 5. Чугун
- 6. Легированные стали и сплавы
- 7. Металлы и сплавы с особыми свойствами
- 8. Легкие сплавы
- 9. Авиационные сплавы
- 10. Композиционные материалы
- 11. Порошковые материалы
- 12. Литье
- 13. Модель
- 14. Кокиль
- 15. Прокатка
- 16. Прессование
- 17. Волочение
- 18. Ковка и штамповка
- 19. Обработка резанием
- 20. Электроэрозионная обработка
- 21. Сварка и пайка

- 22. Металлические покрытия
- 23. Неметаллические покрытия

3.2. Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема лекции	Дидакт. единицы
1	1.1.Современные материалы и технический прогресс	2	Современные материалы и технический прогресс	1, 2
2	1.2.Металлические материалы	2	Современные технологии получения металлических материалов	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
3	1.2.Металлические материалы	2	Железоуглеродистые сплавы. Углеродистые стали. Чугун	3, 4, 5
4	1.2.Металлические материалы	2	Легированные стали и сплавы	3, 6
5	1.2.Металлические материалы	2	Металлы и сплавы с особыми свойствами	7
6	1.2.Металлические материалы	2	Легкие сплавы. Современные авиационные стали. Примеры эффективного применения новых материалов в технике	8, 9
7	1.3.Новые конструкционные материалы	2	Композиционные материалы	10, 11
8	1.3.Новые конструкционные материалы	2	Порошковые материалы	10, 11
9	1.4.Современные технологии литейного производства	4	Современные технологии литейного производства	12, 13, 14
10	1.5.Современные технологии обработки металлов давлением	4	Современные технологии обработки металлов давлением	15, 16, 17, 18
11	1.6.Современные технологии обработки: резание, сварка, пайка	2	Технологии обработки резанием, электроэрозионной обработки, сварки и пайки	19, 20, 21
12	1.7.Многофункциональные покрытия	2	Металлические и Неметаллические покрытия	22, 23
Итого:		28		

3.3. Содержание лекций.

1.1.1. Современные материалы и технический прогресс (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Научно-технический прогресс и общество. Научно-техническая революция. Общее понятие о технологиях и технологических процессах. Сущность и ретроспективный анализ понятий «техника» и «технология». Виды и классификации технологий. Производственный процесс и организация производства. Становление промышленности и экономические циклы. Сущность промышленного способа производства. Промышленная революция и становление индустриального способа производства в разных странах. Экономические циклы и технологические уклады. Техника, технология, материалы. Основные требования к современным

материалам. Авиационная техника и технология. Современные подходы к решению проблем качества.

1.2.1. Современные технологии получения металлических материалов (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Производство чугуна. Производство стали. Производство алюминия. Производство магния. Производство меди. Производство титана.

1.2.2. Железоуглеродистые сплавы. Углеродистые стали. Чугун (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Железо. Цементит. Диаграмма.

Углеродистые стали

Влияние углерода на свойства стали. Влияние постоянных примесей на свойства стали. Сталь различных способов производства. Чистая сталь. Углеродистая сталь общего назначения. Нагартованная сталь. Листовая сталь для холодной штамповки. Обрабатываемость резанием. Автоматные стали.

Процесс графитизации. Структура чугуна. Формы графита. Структура и свойства чугуна. Примеси в чугуне. Чугун: серый, белый, высокопрочный, ковкий чугун.

1.2.3. Легированные стали и сплавы (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Влияние легирующих элементов и примесей на дислокационную структуру и свойства стали. Классификация легированных сталей. Маркировка легированных сталей. Цементуемые (нитроцементуемые) легированные стали. Улучшаемые легированные стали. Высокопрочные стали. Пружинные стали общего назначения. Шарикоподшипниковые стали. Износостойкая высокомарганцевая аустенитная сталь. Коррозионностойкие (нержавеющие) стали и сплавы. Жаростойкие и жаропрочные стали. Жаростойкие сплавы (нихромы). Жаропрочные сплавы. Термическая обработка жаропрочных никелевых сплавов. Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе.

1.2.4. Металлы и сплавы с особыми свойствами (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Сверхчистые материалы. Металлические «стекла». Сплавы с особыми тепловыми и упругими свойствами. Сплавы с регламентируемым температурным коэффициентом линейного расширения. Сплавы с постоянным модулем упругости. Радиационно-стойкие материалы. Материалы со специальными магнитными свойствами.

Сплавы с эффектом «памяти» механической формы (ЭПФ). Сущность ЭПФ. Условия реализации ЭПФ в сплавах. Состав и рабочие характеристики сплавов с ЭПФ, области применения.

Сверхпроводящие материалы. Явление сверхпроводимости. Сверхпроводники I и II рода. Основные структурные типы сверхпроводящих материалов. Высокотемпературная сверхпроводящая керамика. Состав, структура, свойства, области применения.

Резистивные материалы. Общие сведения и классификация. Материалы для электронагревателей и термопар. Состав, структура, свойства, области применения.

Сплавы с особыми тепловыми свойствами. Сплавы с заданным температурным коэффициентом линейного расширения. Сплавы с заданным температурным коэффициентом модуля упругости. Состав, структура, свойства, области применения.

Аморфные металлические материалы. Способы получения и компактирования. Состав, строение, механические и физико-химические свойства, области применения.

Наноккомпозиты. Материалы на основе фуллеренов и углеродных нанотрубок. Состав, структура, свойства, области применения.

1.2.5. Легкие сплавы. Современные авиационные стали. Примеры эффективного применения новых материалов в технике (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Современные авиационные сплавы на основе алюминия, титана, магния, бериллия.

Высокопрочные авиационные стали. Коррозионные авиационные стали. Авиационные стали с особыми свойствами.

Космические аппараты. Конструкция планера самолета. Двигателестроение. Вертолетостроение.

1.3.1. Композиционные материалы (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Дисперсно-упрочненные композиционные материалы (ДКМ). ДКМ на основе алюминия, бериллия, никеля. Способы получения, состав, структура, свойства, области применения.

Волокнистые металлические композиционные материалы (ВКМ). ВКМ на основе алюминия, магния, титана, никеля. Способы получения, состав, структура, свойства, области применения.

Эвтектические композиционные материалы (ЭКМ). ЭКМ на основе алюминия, никеля и кобальта, тантала и ниобия. Способы получения, состав, структура, свойства, области применения.

Волокнистые композиционные материалы на полимерной основе. Стеклопластики, бороволокниты, углепластики, органопластики. Состав, структура, свойства, области применения.

1.3.2. Порошковые материалы (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Пористые и компактные порошковые материалы (ПМ). Способы получения. ПМ на основе железа, стали, цветных металлов и сплавов. Состав, структура, свойства, области применения.

Техническая керамика. Оксидная и бескислородная техническая керамика. Способы получения, состав, структура, свойства, области применения.

Нанокристаллические материалы. Способы получения, структура, свойства, области применения.

1.4.1. Современные технологии литейного производства (АЗ: 4, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Классификация способов изготовления отливок. Изготовление отливок в песчаных формах. Литье в оболочковые формы. Литье по выплавляемым моделям. Литье в кокиль. Литье под давлением. Центробежное литье. Непрерывное литье. Требования, предъявляемые к литейным сплавам. Особенности изготовления отливок из чугунов, сталей и цветных металлов. Контроль качества отливок. Способы исправления литейных дефектов.

1.5.1. Современные технологии обработки металлов давлением (АЗ: 4, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Пластичность металлов. Прокатка. Прессование. Волочение. Ковка. Штамповка. Холодная штамповка. Оборудование для обработки металлов давлением.

1.6.1. Технологии обработки резанием, электроэрозионной обработки, сварки и пайки (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Способы обработки резанием. Технологические параметры процессов резания. Смазочно-охлаждающие среды. Стойкость инструмента. Классификация металлорежущих станков. Проектирование технологических операций. Точение. Сверление и расточка. Фрезерование. Контроль качества.

Электрофизические и электрохимические способы. Электроискровая обработка. Электроимпульсная обработка. Электроконтактная обработка. Анодно-механическая обработка. Электрохимическое полирование. Электрохимическая размерная обработка. Электроабразивная и электроалмазная обработка. Ультразвуковые и лучевые методы обработки.

Виды сварки. Дуговая сварка. Ручная, автоматическая и полуавтоматическая сварка. Сварка в атмосфере защитных газов. Сварка электронным и лазерным лучом. Газовая сварка. Контактная сварка: диффузионная и взрывная.

Пайка металлов и сплавов. Способы пайки. Контроль качества сварных и паяных соединений.

1.7.1. Металлические и Неметаллические покрытия (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Цинковые покрытия. Алюминиевые покрытия. Оловянные и хромсодержащие покрытия. Покрытия плакированием. Осаждение в вакууме или в газовой среде.

Неорганические покрытия и способы их нанесения. Органические полимерные покрытия и способы их нанесения. Защитные технологические покрытия. Теплозащитные покрытия. Терморегулирующие покрытия. Лакокрасочные покрытия.

3.4. Практические занятия

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема практического занятия	Дидакт. единицы
1	1.2.Металлические материалы	2	Индицирование кристаллографических плоскостей и направлений	3, 4, 5, 6
2	1.2.Металлические материалы	2	Диаграммы состояния	3, 4, 5, 6
3	1.3.Новые конструкционные материалы	2	Композиционные материалы на полимерной основе	10, 11
4	1.3.Новые конструкционные материалы	2	Наноструктурные материалы	10, 11
5	1.5.Современные технологии обработки металлов давлением	4	Технологии обработки металлов давлением	15, 16, 17, 18
6	1.6.Современные технологии обработки:	2	Технология сварочного производства	19, 20, 21

	резание, сварка, пайка			
Итого:		14		

3.5.Содержание практических занятий

1.2.1. Индицирование кристаллографических плоскостей и направлений (АЗ: 2, СРС: 2)

Форма организации: Практическое занятие

Описание: Индицирование кристаллографических плоскостей и направлений в соответствии с заданием.

1.2.2. Диаграммы состояния (АЗ: 2, СРС: 2)

Форма организации: Практическое занятие

Описание:

Диаграммы состояния систем с неограниченной растворимостью в жидком и твердом состоянии.

Диаграммы состояния систем с эвтектическим равновесием.

Диаграммы состояния систем с перитектическим равновесием.

Диаграммы состояния систем с химическими соединениями.

Диаграммы состояния с полиморфными превращениями.

1.3.1. Композиционные материалы на полимерной основе (АЗ: 2, СРС: 2)

Форма организации: Семинар, коллоквиум

Описание: Классы полимеров. Полимерно-матричные композиты Полимерные композиты, упрочненные кремниевыми волокнами Углерод полимерные композиты Композиционные полимеры, упрочненные арамидным волокном. Материал полимерной матрицы. Обработка упрочненных волокном композитов. Механические свойства полимеров. Производство, формование и соединение полимерных материалов.

Керамические композиты, углерод-углеродные композиты и гибридные композиты. Структура керамических материалов. Механические свойства керамических материалов. Производство, формование и соединение керамических материалов. Цемент и бетон. Строительные композиты.

1.3.2. Наноструктурные материалы (АЗ: 2, СРС: 2)

Форма организации: Семинар, коллоквиум

Описание: Общая характеристика наноматериалов. Структура полимерных, биологических и углеродных наноматериалов. Механические свойства наноматериалов. Основные методы получения наноматериалов. Основные методы получения порошков для изготовления наноматериалов. Технология получения полимерных, пористых, трубчатых и биологических наноматериалов. Применение наноматериалов. Общая характеристика наноматериалов. Конструкционные, инструментальные и триботехнические наноматериалы. Пористые материалы и материалы со специальными физико-химическими свойствами. Наноматериалы со специальными физическими свойствами. Новые защитные керамические наноматериалы. Нанотрубки-металлурги. Медицинские и биологические наноматериалы. Микро- и нанoeлектромеханические системы.

1.5.1. Технологии обработки металлов давлением (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Семинар, коллоквиум

Описание: Сущностьковки и область ее применения. Основные кузнечные операции. Общая технологическая схема производства поковок на молотах и прессах. Классификация поковок.

Сущность объемной штамповки. Область ее применения, преимущества и недостатки. Основные разновидности объемной штамповки. Объемная штамповка на молотах. Особенности штамповки

на ГП. Номенклатура поковок. Изотермическая штамповка на ГП. Преимущества и недостатки. Штамповка на ГП в состоянии сверхпластичности.

Элементы теории, современные технологии и оборудование для производства бесшовных труб. Продольная прокатка в круглом калибре. Винтовая прокатка. Технология получения холоднодеформированных труб. Оборудование для прокатки и отделки труб.

Сущность прессования и основные разновидности процесса. Особенности течения металла при прессовании. Технологическая схема процесса прессования.

Сущность и схемы процессов волочения. Исходные заготовки и готовая продукция. Волочильные инструменты. Технология волочения. Характеристика и оборудование для волочения.

1.6.1. Технология сварочного производства (АЗ: 2, СРС: 2)

Форма организации: Семинар, коллоквиум

Описание: Технологические особенности сварки различных металлов и сплавов

1. Свариваемость металлов и сплавов
2. Сварка углеродистых и легированных сталей
3. Сварка высоколегированных коррозионностойких сталей
4. Сварка чугуна
5. Сварка меди и ее сплавов
6. Сварка алюминия и его сплавов
7. Сварка тугоплавких металлов и сплавов

Технологичность сварных соединений

1. Понятие технологичности
2. Выбор металла
3. Выбор типа сварного соединения
4. Выбор формы свариваемых элементов
5. Выбор способа и вида сварки
6. Выбор способа уменьшения сварочных деформаций и напряжений

3.6.Лабораторные работы

№ п/п	Раздел дисциплины	Наименование лабораторной работы	Объем, часов	Дидакт. единицы
1	1.2.Металлические материалы	Испытание металлов на растяжение. Определение характеристик прочности и пластичности в соответствии с ГОСТ 1497-84	4	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
2	1.2.Металлические материалы	Методы определения твердости металлов и сплавов. Испытания на твердость по Роквеллу. Испытания на твердость по Бринеллю	4	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Итого:			8	

3.7.Содержание лабораторных работ

1.2.1. Испытание металлов на растяжение. Определение характеристик прочности и пластичности в соответствии с ГОСТ 1497-84 (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Лабораторная работа

Описание: Экспериментальное изучение процесса растяжения металлического образца. Определение основных механических характеристик материала. Ознакомление с испытательной машиной FP-100.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие образцы применяются для испытания материалов на растяжение?
2. Объясните принцип работы испытательной машины.
3. Какой вид имеет диаграмма растяжения для пластичного материала, для хрупкого материала?
4. Чем объясняется наличие участка упрочнения на диаграмме растяжения?
5. Как графически определить модуль продольной упругости E ?
6. Что такое предел пропорциональности, предел упругости, предел прочности (временное сопротивление разрыву)?
7. До какой точки диаграммы растяжения образец деформируется равномерно?
8. Какие механические характеристики определяют прочностные свойства материала?
9. Какие механические характеристики определяют пластические свойства материала?
10. Как определить расчетную длину образца после испытания?
11. Какое явление называется наклепом? До какого предела можно довести предел пропорциональности материалов с помощью наклепа?
12. Как определяется работа, затраченная на разрушение образца? О каком свойстве материала можно судить по удельной работе, затраченной на разрушение образца?
13. Как определить марку стали и допускаемые напряжения для нее после проведения лабораторных испытаний?
14. Чем отличается диаграмма истинных напряжений при растяжении от условной диаграммы?
15. Объясните, почему после образования шейки дальнейшее растяжение происходит при все уменьшающейся нагрузке?

1.2.2. Методы определения твердости металлов и сплавов. Испытания на твердость по Роквеллу. Испытания на твердость по Бринеллю (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Лабораторная работа

Описание: Изучить основные способы измерения твердости металлов и сплавов и приобрести практические навыки работы с твердомерами.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое твердость?
2. Что принимается за единицу твердости по Бринеллю?
3. Как осуществляется выбор нагрузки?
4. Условия выбора диаметра шарика.
5. Как определяется твердость по методу Бринелля?
6. Способ записи числа твердости по Бринеллю.
7. Каковы преимущества метода Бринелля?
8. Каковы недостатки метода Бринелля?

9. На каком расстоянии должны находиться отпечатки от края образца и друг от друга при измерении твёрдости методом Бринелля и Роквелла?
10. Что принимается за единицу твёрдости по Роквеллу?
11. Как выбирается индентор (наконечник) для испытания при использовании метода Роквелла?
12. Как обеспечивается предварительная нагрузка при испытании на твердомере Роквелла?
13. Чему равна нагрузка (предварительная, основная и общая) при измерении твёрдости по шкалам А, В, С?
14. Для измерения каких материалов служат шкалы А, В, С?
15. Как записывается твёрдость по Роквеллу?

3.8.Контроль самостоятельной работы (КСР)

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема КСР
Итого:			

3.9.Содержание КСР

3.10.Курсовые работы и проекты по дисциплине

3.11.Промежуточная аттестация

1.

Прикрепленные файлы: Зачет (4 семестр).doc

4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

С.С. Пименов, П.А. Нестеров. Индицирование кристаллографических плоскостей и направлений. М., МАТИ, 2014 г.

С.С. Пименов, П.А. Нестеров. Диаграммы состояния. М., МАТИ, 2014 г.

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине
2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Описание показателей, критерии оценивания компетенций и описание шкал оценивания осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения студентов по дисциплине (Приказ №42 от 04.04.2014 «Об утверждении положения «Рейтинг по дисциплине»).

Для оценивания интегрированных и практико-ориентированных заданий обучающихся используются следующие критерии по 100-балльной шкале:

1. Формулирование представленной информации в виде проблемы;
2. Предложение способа решения проблемы;
3. Обоснование способа решения проблемы;
4. Демонстрация способа решения проблемы.

Оценивание осуществляется по следующей шкале:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 40	Критерий не сформирован
41-70	Критерий четко не выражен
71-100	Критерий выражен четко

Для оценивания ситуационных заданий используется следующая шкала:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 30	обучающийся не может сформулировать проблему, представленную в задании
31-50	обучающийся формулирует поставленную задачу, у него сформированы изолированные знания и умения, однако отсутствуют интегрированные понятия и навыки, в результате чего допущены ошибки в решении и задание не выполнено
51-80	задание выполнено, обучающийся применяет знания для решения поставленной проблемы, однако не сформированы компетенции, вследствие чего обучающийся испытывает затруднения в демонстрации способов решения задачи
81-100	задание выполнено как в теоретическом, так и в практическом плане, обучающийся легко демонстрирует свою компетентность по данному вопросу

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения, включают в себя:

- вопросы к промежуточной аттестации.

Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:

N	Шифр	Компетенция	Этапы формирования компетенции
---	------	-------------	--------------------------------

1	ДПК 1	Способен использовать междисциплинарный подход к решению задач профессиональной деятельности	Знать сущность и формы междисциплинарного подхода Уметь использовать инструменты теории решения изобретательских задач в познавательной и профессиональной деятельности; Владеть: навыками синтеза и конвергенции знаний полученных в рамках различных дисциплин при решении задач профессиональной деятельности Семестр - 4
2	ОПК-2	Способность представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики для использования при решении типовых задач профессиональной деятельности	Владеть основными положениями, законами и методами естественных наук для решения профессиональных задач Уметь применять основные положения, законы и методы естественных наук при решении профессиональных и научных задач Семестр - 4

Комплект типовых индивидуальных заданий

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Наименование типового задания
1	Металлические материалы	8	Индицирование кристаллографических плоскостей и направлений
2	Металлические материалы	10	Диаграммы состояния двойных сплавов
Итого:		18	

Содержание типовых заданий

1.2.1. Индицирование кристаллографических плоскостей и направлений(СРС: 8)

Тематика: Провести индицирование кристаллографических плоскостей и направлений в соответствии с вариантом.

Тип: Домашнее задание

Прикрепленные файлы: Индицирование кристаллографических плоскостей и направлений.doc

1.2.2. Диаграммы состояния двойных сплавов(СРС: 10)

Тематика: 1. Расшифровать диаграммы состояний (определение фаз и структурных составляющих в любых областях двойных диаграмм).

2. Научиться пользоваться правилом фаз и правилом отрезков при построении кривых охлаждения и определении количественного соотношения фаз для любых сплавов.

3. Определять процессы, происходящие на линиях диаграммы (ликвидус, солидус, эвтектическая линия, линия предельной растворимости и пр.), при охлаждении и нагревании сплава.

Тип: Домашнее задание

Прикрепленные файлы: Диаграммы состояния двойных сплавов.doc

Вопросы к промежуточной аттестации

«Современные материалы и технологии»

1. Зачет (4 семестр)

Прикрепленные файлы: Зачет (4 семестр).doc

6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а)основная литература:

1. Материаловедение и технология материалов: Учебник / Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 397 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-006899-2, 200 экз. Электронный ресурс; режим доступа <http://znanium.com/bookread2.php?book=413166>
2. Основы современного материаловедения: Учебник / О.С.Сироткин - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 364 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт) ISBN 978-5-16-009335-2, 500 экз. Электронный ресурс; режим доступа <http://znanium.com/bookread2.php?book=432594>
3. Материаловедение в машиностроении: учебное пособие / В.П. Дмитренко, Н.Б. Мануйлова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 432 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат (МАТИ)) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010712-7 Электронный ресурс; режим доступа <http://znanium.com/bookread2.php?book=501197>
4. Материаловедение и технология материалов [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров вузов по машиностроит спец. / Г.П. Фетисов [и др.]; под ред. Г.П.Фетисова; МАИ (Нац. исслед. ун-т). - Изд. 7-е, перераб. и доп.-Электрон. текстовые и граф. дан. - М.: Юрайт, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-R). - (Бакалавр:Базовый курс) (Электронные книги изд-ва "Юрайт"). - Электронный аналог печатного издания. - Загл. с титул. экрана. - ISBN 978-5-9916-3327-7. Электронный ресурс; режим доступа <http://elibrary.mai.ru/MegaPro/Download/ToView/993>

Литература из электронного каталога:

1. Гаврилюк В.С., Гольцов В.А., Матюнин В.М., Соколов В.С., Соколова Н.Х., Фетисов Г.П. Материаловедение и технология материалов учебник для бакалавров : учебник для вузов по машиностроит. спец.. Юрайт, 2015. - 767 с.

б)дополнительная литература:

1. Плошкин В.В. Материаловедение: учеб. пособие для вузов – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 463 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс.
2. Материаловедение в машиностроении: учебник для бакалавров / А.М. Адаскин, Ю.Е. Седов, А.К. Онегина, В.Н. Климов – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 535 с. – Серия: Бакалавр. Углубленный курс.

3. Давыдова И.С., Максина Е.Л. Материаловедение: Учеб. пособие. – М.: Издательство РИОР, 2006. – 240 с.
4. Основы производства авиационных материалов [Текст]: учеб. пособие / Г.П. Фетисов [и др.]; МАИ (Гос. техн. ун-т). - М.: МАИ, 1999. - 47 с.: ил. - Авт. указаны на обороте тит.л. - Библиогр.: с.46 (12 назв.). - ISBN 5-7035-2108-4. Электронный ресурс; режим доступа <http://elibrary.mai.ru/MegaPro/Download/ToView/425>
5. Технология конструкционных материалов / Дальский А.М. и др. – М., Машиностроение, 1990 – 448с.
6. Колачев Б.А., Елагин В.И., Ливанов В.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов: Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: МИСИС, 2005. – 432 с.
7. Конструкционные материалы: Справочник / Арзамасов Б.Н. – М., Машиностроение, 1990 – 688с.
8. Композиционные материалы: Справочник / Васильев В.В. – М., Машиностроение, 1990 – 512с.
9. Материаловедение: учеб. для вузов / Б. Н. Арзамасов [и др.]. – М.: МВТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 648 с.
10. Гуляев А. П. Металловедение. Учебник для вузов. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1986. - 544 с.

Методические указания:

С.С. Пименов, П.А. Нестеров. Индицирование кристаллографических плоскостей и направлений. М., МАТИ, 2014 г.

С.С. Пименов, П.А. Нестеров. Диаграммы состояния. М., МАТИ, 2014 г.

С.С. Пименов, П.А. Нестеров. Испытание металлов на растяжение. Определение характеристик прочности и пластичности в соответствии с ГОСТ 1497-84. М., МАТИ, 2014 г.

С.С. Пименов, П.А. Нестеров. Методы определения твердости металлов и сплавов. Испытания на твердость по Роквеллу. Испытания на твердость по Бринеллю. М., МАТИ, 2014 г.

7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
"ZNANIUM.COM"	
Электронная библиотечная система "ZNANIUM.COM".	http://znanium.com
ООО "Издательство Лань"	
Электронная библиотечная система ООО	e.lanbook.com

"Издательство Лань".	
ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"	
Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"	http://biblio-online.ru , https://biblio-online.ru/catalog/legendary
Электронная библиотека МАИ	
Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ).	http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России	
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России.	http://elsau.ru
Библиотека РФФИ	
Библиотека РФФИ	http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/
Polpred.com	
Polpred.com. Обзор СМИ	http://polpred.com
ООО "РУНЭБ"	
Электронная библиотечная система eLIBRARY.	http://elibrary.ru
ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукопт"	
ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукопт".	http://text.rucont.ru
ООО "ИВИС"	
ООО "ИВИС".	http://ivis.ru
ООО "Интегратор авторского права"	
ООО "Интегратор авторского права" IQlib.	http://www.iqlib.ru/
ФГБУ "РГБ"	
Электронная библиотека диссертаций РГБ.	http://dvs.rsl.ru
Национальная электронная библиотека (НЭБ).	http://нэб.рф
НП НЭИКОН	
Некоммерческое партнерство "Национальный Электронно-Информационный Консорциум".	http://archive.neicon.ru
Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив).	http://link.springer.com/
Научные полнотекстовые журналы издательства Taylor&Francis Group (архив).	http://www.tandfonline.com/
База данных GreenFile компании EBSCO.	http://www.greeninfoonline.com .
Внешнеэкономическое объединение "Академинторг"	
American Physical Society American Mathematical Society	http://publish.aps.org/ http://www.ams.org/mathscinet/index.html
ФГБУ "ГПНТБ России"	
База данных Web of Science (правообладатель -	www.webofscience.com

Thomson Reuters, с 03.10.2016 г. - Clarivate Analytics).	
База данных Scopus издательства Elsevier.	http://scopus.com
Springer Customer Service Center GmbH в научных и образовательных целях. Springer Nature	http://link.springer.com/ http://www.nature.com/
База данных компании EBSCO Publishing: БД CASC. БД MathSciNet via EBSCOhost .	http://search.ebscohost.com
Научные полнотекстовые журналы и книги издательства Elsevier.	http://www.sciencedirect.com http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct
РФФИ	
Научные полнотекстовые англоязычные журналы American Chemical Society.	http://pubs.acs.org .

8.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Эффективным способом развития творческих способностей студентов при изучении дисциплины является самостоятельная работа, которая нацелена на проработку студентами материала прошедших контактных занятий и подготовку к предстоящим занятиям.

Самостоятельная работа студентов проводится ими в соответствии с собственными возможностями. Можно, однако, рекомендовать групповое изучение материалов, обеспечивающее совместную работу нескольких студентов, что положительно влияет на качество проработки программы курса.

В то же время высокая степень усвоения изучаемой дисциплины достигается при постоянной работе студентов над текущим материалом. В этой связи желательна проработка лекционного материала в день его прочтения, что позволяет, во-первых, оперативно (на следующей лекции) снимать возникающие вопросы и, во-вторых, создавать багаж знаний по дисциплине задолго до промежуточной аттестации.

При подготовке к практическим занятиям также необходима проработка лекционного материала. Это позволит осознанно работать с предлагаемым материалом преподавателем на практическом занятии, а, следовательно, закладывать базу методик и приемов при решении практических задач.

При изучении материала необходимо делать акцент не на зазубривании материала, а на понимании его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

Лекции:

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, где делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Рекомендуется задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Свой конспект лекции следует дорабатывать, делая в нём соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной рабочей программой для рабочей программы дисциплины (РПД).

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность и продолжительность действий:

- Изучение конспекта лекции в тот же день (после лекции): 10-15 минут.
- Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией: 10-15 минут.
- Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту: 2 часа в неделю.
- В течение недели 1 час работать с литературой в библиотеке (электронной библиотеке).

Рекомендации по работе с литературой заключаются в необходимости изучения информации по изучаемой тематике и изложенной в учебниках, учебных пособиях, периодических изданиях. Рекомендуется после изучения очередного параграфа учебника выполнить несколько простых упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы и попробовать ответить на них:

- о чём этот параграф?
- какие новые понятия введены, каков их смысл?
- что дадут эти понятия на практике?

Семинарские занятия:

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются семинарские/практические занятия. Планы семинарских занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи её изучения сообщаются преподавателем на вводных занятиях или берутся из РПД.

Подготовка к семинарскому занятию включает 2 этапа: 1-й – организационный; 2-й – закрепление и углубление теоретических знаний. На первом этапе студент планирует свою самостоятельную работу, которая включает:

- уяснение задания на самостоятельную работу;
- подбор рекомендованной литературы;
- составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки.

Второй этап включает непосредственную подготовку студента к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. На лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов.

При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. На семинаре каждый его участник должен быть готовым к выступлению по всем поставленным в плане вопросам, проявлять максимальную активность при их рассмотрении. Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к репродуктивному уровню (простому воспроизведению текста), не допускается и простое чтение конспекта.

При подготовке к практическим занятиям, обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы.

Подготовка к зачётам и экзаменам:

При подготовке к зачёту по дисциплине обучающийся прорабатывает содержание лекций по своему конспекту и по рекомендованным учебникам. На каждый вопрос, обучающийся должен написать план ответа, кратко перечислить и запомнить основные факты, положения. На этапе подготовки к зачету обучающийся систематизирует и интегрирует информацию, относящуюся к разным разделам лекционного материала, лучше понимает взаимосвязь различных фактов и положений дисциплины, восполняет пробелы в своих знаниях.

Методические рекомендации к заданиям:

Выполнение домашнего задания студентом является повторением, закреплением и усвоением пройденного на занятии материала, подготовка к изучению новых вопросов, расширение и углубление знаний, формирование умений и навыков. Преподаватель формулирует домашнее задание оптимальным по объёму и содержанию с вопросами для обсуждения и расчетными задачами, предполагая преемственность перехода от ранее изученного к новому.

Темы рефератов, как правило, посвящены рассмотрению одной проблемы. Объём реферата может быть от 12 до 15 страниц машинописного текста. Текстовая часть работы состоит из Введения, Основной части и Заключения.

Во введении студент кратко обосновывает актуальность избранной темы реферата, раскрывает конкретные цели и задачи, которые он собирается решить в ходе своего небольшого исследования.

В основной части подробно раскрывается содержание вопроса (вопросов) темы.

В заключении кратко должны быть сформулированы полученные результаты исследования и даны выводы. Кроме того, заключение может включать предложения автора, в том числе и по дальнейшему изучению заинтересовавшей его проблемы.

В список литературы (источников и литературы) студент включает только те документы, которые он использовал при написании реферата.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Дисциплина ориентирована на применение компьютерной техники, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации.

Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

Microsoft Windows, Microsoft Office, Kaspersky Security

10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:

1.1. Комплект электронных презентационных материалов (слайдов).

1.2. Аудитория для чтения поточных лекций, оборудованная компьютером и проецирующим устройством (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

2. Практические занятия:

2.1. Аудитория для проведения практических занятий для общего профессионального цикла дисциплин, оборудованная компьютером, экраном и проецирующим устройством.

2.2. Электрические лабораторные печи марки СНОЛ- 1,6.2,5.1/9-ИЗ.

2.3. Коллекция микроструктур, изучаемых конструкционных и инструментальных материалов, растворы солей.

2.4. Мерительный инструмент, твердомеры, металлографические и биологические микроскопы, муфельные печи, шлифовально-полировальное оборудование для приготовления шлифов.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина Современные материалы и технологии является частью Блока 1 Дисциплины дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент. Дисциплина реализуется на Ступино факультете «Московский авиационного института (национального исследовательского университета)» кафедрой (кафедрами) ЭиУ.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ДПК 1 ,ОПК-2.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: разработкой и применением современных материалов и технологий в высокотехнологичных отраслях промышленности

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, Практическое занятие, Семинар, коллоквиум, Лабораторная работа.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Зачет (4 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (28 часов), практические (14 часов), лабораторные (8 часов) занятия и (58 часов) самостоятельной работы студента. Цель преподавания курса – сформировать у студентов представление о современных материалах, разрабатываемых и внедряемых в современном машиностроении, а также о прогрессивных технологических методах их применения, позволяющих обеспечить высокие эксплуатационные свойства механизмов и машин в изделиях машиностроения, аэрокосмической техники.

Задачи изучения курса – научить студента ориентироваться в многообразии современных материалов, определять рациональные области применения тех или иных материалов и уметь оценивать достигаемый при этом технико-экономический эффект.

Прикрепленные файлы

Зачет (4 семестр).doc

Промежуточная аттестация №1

Зачет (4 семестр)

Семестр: 4

Вид контроля: Зч

Вопросы:

1. Антифрикционные сплавы.
2. Аргонодуговая сварка (АрДС) металлов.
3. Волочение металлов и сплавов.
4. Волочение.
5. Газовая сварка металлов.
6. Изготовление отливок в песчаных формах. Литье по выплавляемым моделям.
7. Классификация видов сварки современных материалов.
8. Классификация и маркировка стали.
9. Классификация и свойства чугунов.
10. Классификация способов изготовления отливок.
11. Классы сварки.
12. Ковка и штамповка: сущность и виды.
13. Ковка металлов и сплавов.
14. Ковка: сущность и назначения.
15. Композиционные материалы на полимерной основе: стеклопластика, боропластики, углепластики.
16. Композиционные материалы, армированные волокнами.
17. Композиционные материалы, армированные частицами.
18. Композиционные материалы: виды, сущность, назначения.
19. Конструкционные композиционные материалы: определение и классификация.
20. Легкие сплавы: виды, назначения.
21. Литье в кокиль. Литье под давлением. Центробежное литье.
22. Литье под давлением.
23. Научно-техническая революция: сущность, основные этапы.
24. Научно-технический прогресс и общество.
25. Неметаллические материалы.

26. Непрерывное литье.
27. Неразрушающие методы контроля.
28. Оборудование для обработки металлов давлением.
29. Основная продукция при обработке металлов давлением.
30. Основное оборудование для проведения обработки металлов давлением.
31. Основные операцииковки.
32. Основные технологические свойства порошков.
33. Основные этапы научной революции
34. Основные этапы технической революции.
35. Пластичность металлов.
36. Понятие надежности и долговечности.
37. Порошковая металлургия. Основные понятия.
38. Порошковая металлургия: сущность и назначения.
39. Преимущество порошковой металлургии перед другими способами получения изделий.
40. Прессование: сущность и виды.
41. Природные композиты.
42. Производство стали.
43. Производство чугуна.
44. Прокатка металлов и сплавов.
45. Прокатка: сущность и виды.
46. Сварка: сущность и назначение.
47. Слоистые композиционные материалы.
48. Спекание. Термическая обработка.
49. Сплавы с эффектом памяти.
50. Способы обработки резанием.
51. Стеклопластики. Боропластики. Углепластики. Органопластики. Теплозащитные материалы.
52. Сущность литейного производства.
53. Твердость.
54. Техническая керамика.
55. Технология получения современных металлических порошков.
56. Типы сварных изделий.
57. Точение. Сверление и расточка. Фрезерование.
58. Требования, предъявляемые к инструментальным материалам.
59. Штамповка.
60. Электродуговая сварка металлов.

Блок №1 Современные материалы и технологии

Раздел №2 Металлические материалы

Типовое задание №2 Диаграммы состояния двойных сплавов

Тип: Домашнее задание

Трудоемкость(объем часов): 8

Тематика: 1. Расшифровать диаграммы состояний (определение фаз и структурных составляющих в любых областях двойных диаграмм).

2. Научиться пользоваться правилом фаз и правилом отрезков при построении кривых охлаждения и определении количественного соотношения фаз для любых сплавов.

3. Определять процессы, происходящие на линиях диаграммы (ликвидус, солидус, эвтектическая линия, линия предельной растворимости и пр.), при охлаждении и нагревании сплава.

Типовые варианты:

ВАРИАНТ № 1

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$Ж_{40} = \alpha_{20} + \beta_{80}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 5, \quad b_0 = 85 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$0\%, 15\%, 30\%, 70\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 2

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$Ж_{60} = \alpha_{30} + \beta_{80}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 30, \quad b_0 = 90 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$0\%, 20\%, 40\%, 70\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 3

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$Ж_{40} = \alpha_{20} + \beta_{80}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 20, \quad b_0 = 80 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$30\%, 40\%, 60\%, 100\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 4

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$Ж_{50} = \alpha_{20} + \beta_{70}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 20, \quad b_0 = 80 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

0%, 30%, 50%, 80% В

ВАРИАНТ № 5

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$Ж_{40} = \alpha_{20} + \beta_{80}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$\alpha_0=10$, $\beta_0=90$ В%

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

30%, 40%, 60%, 100% В

ВАРИАНТ № 6

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$Ж_{60} = \alpha_{30} + \beta_{80}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$\alpha_0=10$, $\beta_0=80$ В%

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

0%, 20%, 40%, 70% В

ВАРИАНТ № 7

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$Ж_{40} = \alpha_{20} + \beta_{80}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$\alpha_0=20$, $\beta_0=90$ В%

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

30%, 40%, 60%, 100% В

ВАРИАНТ № 8

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$Ж_{50} = \alpha_{20} + \beta_{70}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$\alpha_0=20$, $\beta_0=90$ В%

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

0%, 30%, 50%, 80% В

ВАРИАНТ № 9

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$Ж_{50} = \alpha_{20} + \beta_{70}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$\alpha_0=10$, $\beta_0=80$ В%

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

0%, 30%, 30%, 70% В

ВАРИАНТ № 10

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$Ж_{50} = \alpha_{20} + \beta_{70}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$\alpha_0=20$, $\beta_0=70$ В%

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

0%, 30%, 50%, 80% В

ВАРИАНТ № 11

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{40} = \alpha_{20} + \beta_{80}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 10, \quad b_0 = 80 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$30\%, 40\%, 60\%, 100\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 12

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{60} = \alpha_{30} + \beta_{80}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 10, \quad b_0 = 90 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$0\%, 20\%, 40\%, 70\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 13

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{40} = A + \beta_{80}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$b_0 = 85 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$0\%, 20\%, 40\%, 70\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 14

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{60} = \alpha_{30} + B$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 30$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$0\%, 20\%, 40\%, 70\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 15

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{40} = \alpha_{20} + \beta_{80}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 10, \quad b_0 = 90 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$15\%, 40\%, 60\%, 100\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 16

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{50} = A + B$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$0\%, 30\%, 50\%, 80\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 17

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{30} + \beta_{80} = \alpha_{60}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 20, \quad b_0 = 90 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

40%, 60%, 70%, 100% В

ВАРИАНТ № 18

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{20} + \beta_{80} = \alpha_{40}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 10, v_0 = 80 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

0%, 30%, 60%, 80% В

ВАРИАНТ № 19

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{30} + \beta_{80} = \alpha_{60}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 60, v_0 = 90 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

40%, 60%, 70%, 100% В

ВАРИАНТ № 20

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{30} + B = \alpha_{60}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 20 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

10%, 30%, 50%, 80% В

ВАРИАНТ № 21

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{80} + \alpha_{30} = \beta_{60}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 10, v_0 = 70 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

20%, 50%, 70%, 100% В

ВАРИАНТ № 22

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{80} + A = \beta_{60}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$v_0 = 80 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

0%, 30%, 60%, 80% В

ВАРИАНТ № 23

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{40} + \beta_{70} = \alpha_{50}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 20, v_0 = 90 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

40%, 60%, 80%, 100% В

ВАРИАНТ № 24

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{30} + B = \alpha_{40}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 20 \text{ B\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$10\%, 30\%, 50\%, 80\% \text{ B}$$

ВАРИАНТ № 25

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{30} + \beta_{70} = \alpha_{35}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 20, v_0 = 90 \text{ B\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$25\%, 50\%, 80\%, 100\% \text{ B}$$

ВАРИАНТ № 26

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{40} + \beta_{80} = \alpha_{50}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 20, v_0 = 90 \text{ B\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$40\%, 60\%, 80\%, 100\% \text{ B}$$

ВАРИАНТ № 27

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{20} + \beta_{70} = \alpha_{30}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 20, v_0 = 90 \text{ B\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$20\%, 40\%, 70\%, 100\% \text{ B}$$

ВАРИАНТ № 28

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{40} + B = \alpha_{50}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 30$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$40\%, 50\%, 75\%, 100\% \text{ B}$$

ВАРИАНТ № 29

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{50} + B = \alpha_{60}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 30$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$30\%, 60\%, 80\%, 100\% \text{ B}$$

ВАРИАНТ № 30

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{30} + \beta_{70} = \alpha_{40}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 20, v_0 = 90 \text{ B\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

30%, 40%, 65%, 100% В

ВАРИАНТ № 31

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию



Растворимость фаз при комнатной температуре:

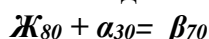
$\alpha_0=20$, $\beta_0=90$ В%

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

20%, 50%, 70%, 100% В

ВАРИАНТ № 32

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию



Растворимость фаз при комнатной температуре:

$\alpha_0=10$, $\beta_0=90$ В%

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

15%, 40%, 60%, 100% В

Вопросы самоконтроля:

1. Что означает проекция точки пересечения коноды с линией солидуса на ось концентраций?
2. Что означает проекция точки пересечения коноды с линией ликвидуса на ось концентраций?
3. Конода разделена точкой, показывающей состав сплава на два отрезка. Отрезок прилегающий к линии ликвидуса вдвое длиннее. Каков процент жидкой фазы в сплаве?
4. Конода разделена точкой, показывающей состав сплава на два отрезка. Отрезок прилегающий к линии ликвидуса вдвое длиннее. Каков процент твердой фазы в сплаве?
5. На какой линии лежит точка, соответствующая концу равновесной кристаллизации сплава?
6. Сколько фаз находятся в равновесии при первичной кристаллизации двухкомпонентного сплава не эвтектического состава?
7. Как называется разница между температурой плавления и кристаллизации металла?
8. Из каких фаз состоит структура сплава, содержащего 30 % компонента А в области первичной кристаллизации?
9. Каким образом изменяется состав твердой фазы при кристаллизации сплава, содержащего 60 % компонента В?
10. Сплав с какой структурой будет иметь минимальную температуру плавления?
11. Как называется способность твердого тела существовать в нескольких кристаллических структурах?
12. По какой линии изменяется состав жидкой фазы в процессе кристаллизации?
13. По какому правилу определяется состав фаз?
14. По какому правилу определяется количество фаз, находящихся в равновесии?
15. В каких координатах строят кривые охлаждения сплавов?
16. Как называется переход металла из жидкого или парообразного состояния в твердое с образованием кристаллической структуры?
17. Как называется группа химических элементов, обладающих в области низких температур явлением сверхпроводимости?
18. Как называется линия диаграммы состояния на которой лежат точки, соответствующие началу равновесной кристаллизации сплава?
19. Что называют зерном металла?

Типовое задание №1 Индицирование кристаллографических плоскостей и направлений

Тип: Домашнее задание

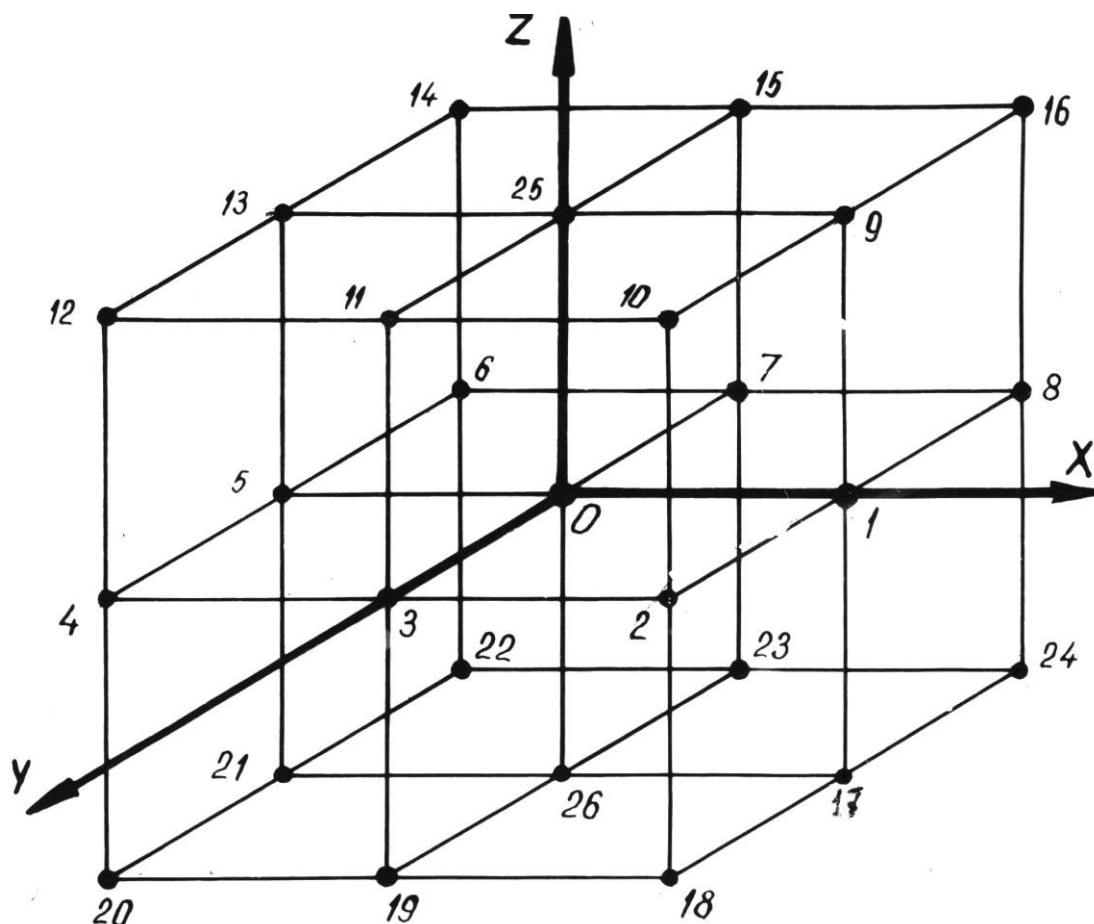
Трудоемкость(объем часов): 8

Тематика: Провести индицирование кристаллографических плоскостей и направлений в соответствии с вариантом.

Типовые варианты:

ИНДИЦИРОВАНИЕ КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКИХ ПЛОСКОСТЕЙ И НАПРАВЛЕНИЙ

Группа _____ Ф.И.О. _____



Плоскости:

вариант 1) 14-15-7-6; 13-15-0; 15-16-19-18; 3-1-26; 4-5-18-17; 13-15-17-19

вариант 2) 5-7-17-19; 7-8-18-19; 23-0-8; 3-1-9-11; 25-26-16-24; 5-6-17-24

вариант 3) 3-15-2; 3-5-19-21; 22-26-0-6; 12-14-18-24; 21-7-26; 24-1-5-22

вариант 4) 12-10-16-14; 11-25-18-17; 6-22-1-17; 7-25-6; 15-26-17; 2-3-23-24

вариант 5) 5-14-16-1; 11-9-17-19; 1-7-16; 4-3-25-13; 5-17-18; 6-1-17-22

вариант 6) 0-21-23; 1-2-10-9; 7-23-17-1; 7-15-16-8; 25-23-17; 16-23-17

вариант 7) 15-9-17-23; 8-17-21-6; 14-21-23; 3-2-19-18; 10-7-2; 11-9-26
вариант 8) 0-21-23; 1-2-10-9; 7-1-23-17; 7-15-16-8; 13-15-2; 19-23-18
вариант 9) 13-14-15-25; 13-15-0; 5-3-19-21; 4-5-21-20; 22-6-17; 7-2-24
вариант 10) 13-14-15-25; 13-15-0; 5-3-19-21; 4-5-21-20; 6-21-17; 25-15-23-26
вариант 11) 6-5-0-7; 2-3-23-24; 3-1-26; 0-8-24-26; 6-7-19-20; 16-19-21
вариант 12) 13-15-7-5; 23-17-9; 0-21-19; 22-21-23-26; 5-14-15; 12-13-2-1
вариант 13) 0-21-23; 1-2-10-9; 7-23-17-1; 7-15-16-8; 23-25-13-22; 16-23-18
вариант 14) 13-15-7-5; 12-23-17; 0-21-19; 22-21-23-26; 13-15-17-19; 3-2-23
вариант 15) 12-10-16-14; 11-25-18-17; 6-22-1-17; 7-25-16; 6-20-18-8; 15-20-18
вариант 16) 15-23-24-16; 14-24-20; 0-2-18-26; 20-25-26; 12-9-15; 7-6-19-20
вариант 17) 25-3-1; 3-2-18-19; 25-11-10-9; 26-17-18-19; 7-26-17; 12-13-26-19
вариант 18) 15-16-2-3; 15-9-7-1; 5-19-23; 5-6-17-24; 15-0-8; 21-17-8-6
вариант 19) 7-24-18-19; 4-0-26-20; 25-19-17; 6-19-24; 5-26-22; 15-9-17-23
вариант 20) 2-3-1-0; 3-8-18; 7-2-19; 1-8-21-22; 3-11-14-6; 14-5-7
вариант 21) 14-13-25-15; 25-7-1; 9-8-13-6; 0-23-21; 5-7-17-19; 8-4-26
вариант 22) 5-7-23-21; 23-17-0; 26-5-3; 2-23-21; 15-14-19-20; 13-15-17-19
вариант 23) 26-19-18-17; 13-15-5-7; 14-7-5; 15-9-24; 16-22-18; 7-19-18
вариант 24) 25-17-19; 7-23-1-17; 7-1-26; 5-6-17-24; 15-19-21; 15-9-19-21
вариант 25) 5-3-19-21; 21-19-7-1; 8-18-26; 7-1-17-23; 3-2-24-23; 6-1-21
вариант 26) 5-6-7-0; 10-25-0-2; 9-0-2; 3-5-23-17; 7-17-23; 19-18-15-16
вариант 27) 23-7-0-26; 14-22-17-9; 7-8-17-26; 5-22-26; 15-3-4-14; 14-3-8
вариант 28) 7-1-17-23; 8-19-21; 6-23-21; 5-19-23; 19-2-8; 14-15-19-20
вариант 29) 5-19-26; 0-8-24-26; 15-2-4; 14-1-3; 15-5-1; 16-2-6
вариант 30) 26-7-1; 22-5-7; 5-3-19-21; 26-5-7; 7-18-20; 5-17-23

Направления:

вариант 1) 0-8; 1-17; 6-26; 6-7; 19-3; 5-26
вариант 2) 14-25; 15-1; 25-17; 0-22; 7-19; 23-25
вариант 3) 0-3; 3-24; 24-26; 26-2; 20-5; 14-26
вариант 4) 1-18; 2-7; 7-5; 5-19; 21-0; 25-18
вариант 5) 22-3; 11-3; 0-15; 16-0; 2-7; 1-5
вариант 6) 18-19; 3-26; 1-18; 0-6; 3-22; 5-21
вариант 7) 18-0; 8-1; 25-9; 15-23; 7-26; 22-5
вариант 8) 4-0; 11-5; 0-18; 15-22; 1-24; 19-17
вариант 9) 21-20; 4-5; 5-7; 13-1; 0-23; 8-18
вариант 10) 13-14; 12-25; 5-15; 12-26; 15-16; 11-9
вариант 11) 6-25; 15-21; 16-8; 7-5; 15-1; 15-17
вариант 12) 24-17; 4-10; 8-25; 16-26; 21-26; 8-0
вариант 13) 0-16; 25-21; 3-2; 1-3; 9-7; 25-23
вариант 14) 20-4; 22-26; 8-26; 25-14; 6-5; 13-15
вариант 15) 17-7; 11-17; 11-3; 24-26; 11-5; 25-19
вариант 16) 9-25; 13-0; 0-24; 9-23; 25-11; 17-23
вариант 17) 1-23; 9-19; 19-26; 4-11; 6-26; 11-21
вариант 18) 26-17; 21-19; 0-22; 8-13; 22-23; 11-2
вариант 19) 5-23; 8-21; 22-21; 0-9; 7-21; 24-5
вариант 20) 20-19; 9-8; 13-3; 9-6; 11-10; 17-8
вариант 21) 12-0; 9-4; 11-12; 26-7; 4-25; 1-14
вариант 22) 4-5; 5-22; 3-21; 1-12; 4-20; 0-13
вариант 23) 14-18; 1-22; 20-8; 25-16; 0-26
вариант 24) 1-9; 10-23; 7-5; 26-14; 3-8
вариант 25) 5-3; 19-7; 19-8; 15-17; 24-4
вариант 26) 3-8; 22-20; 19-16; 5-23; 2-15
вариант 27) 1-8; 18-23; 19-15; 4-19; 3-7

вариант 28) 9-0; 10- 15; 11-14; 1-22; 21-18

вариант 29) 2-3; 2-7; 2-18; 2-13; 2-16

вариант 30) 4-25; 4-1; 4-14; 4-16; 4-15

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение кристаллического вещества?
2. Дайте определение кристаллической решетки?
3. Дайте определение кристаллической структуры?
4. Назовите основные свойства кристаллических тел и поясните, на чем они основаны?
5. Что такое ряд в кристаллической решетке?
6. Объясните, что такое элементарная ячейка вещества?
7. Дайте определение символа узла?
8. Дайте определение символа плоскости, индекса плоскости? Объясните, что такое структурно-эквивалентные плоскости, как записать их символы в кубической ячейке?
9. Дайте определение символа направления, его записи?
10. Какие направления входят в семейство структурно-эквивалентных направлений (как различаются, их индексы для кубической ячейки)?
11. Укажите, какие индексы можно менять в семействе структурно-эквивалентных плоскостей в гексагональной ячейке?
12. Объясните записи (110) , $\{110\}$?
13. Дайте определение оси зоны?
14. Объясните записи: $[110]$, $\langle 110 \rangle$?