

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.

3 июля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000196011)

Материаловедение и технологии конструкционных материалов 2

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Квалификация выпускника	Бакалавр
Профиль подготовки	Материаловедение и технологии металлических материалов
Форма обучения	очная (очно, очно-заочное, заочное)
Выпускающая кафедра	ТАОМ
Обеспечивающая кафедра	ТАОМ
Кафедра-разработчик рабочей программы	ТАОМ

Семестр	З.Е.	Трудоемкость, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час	Экзамен-нов, час.	Форма промежуточног о контроля
8	5	180	32	32	16	64	36	Э
Итого	5	180	32	32	16	64	36	

Москва

2023

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 МАИ, разработанного на основе ФГОС ВО (3++) по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Авторы программы:

Овчинников А.В.

Заведующий обеспечивающей кафедрой ТАОМ

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой
ТАОМ

Директор выпускающего филиала СТ

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

Целью освоения дисциплины Материаловедение и технологии конструкционных материалов 2 является достижение следующих результатов освоения(РО):

N	Шифр	Результат обучения
1	З-1(ПКР-3.2)	Знать параметры технологических процессов, подлежащие измерениям и точность этих измерений
2	З-1(ПКР-6.2)	Знать виды технологической оснастки, применяемые для типовых технологических процессов
3	У-1(ПКР-6.2)	Уметь разрабатывать и оформлять электронные технологические карты типовых режимов обработки материалов
4	В-1(ПКР-6.2)	Владеть практикой проектирования типовой технологической оснастки с использованием прикладных программных средств.
5	З-1(ПКР-6.3)	Знать принципы реализации системы автоматизированного управления режимами обработки материалов.
6	В-1(ПКР-6.3)	Владеть методикой внесения изменений в электронные технологические карты типовых режимов обработки материалов.
7	В-1(ПКР-6.4)	Владеть навыком определять химический и фазовый состав материалов после различных обработок
8	З-1(ПКР-1.1)	Знать виды материалов, применяемых в авиационной и машиностроительных отраслях.
9	У-1(ПКР-1.1)	Уметь оценивать надёжность, экономичность и экологичность применяемых материалов.
10	З-1(ПКР-1.2)	Знать основные типы материалов различного назначения для решения профессиональных задач
11	У-1(ПКР-1.2)	Уметь выбирать основные типы материалов различного назначения на основе заданных условий эксплуатации
12	В-1(ПКР-1.2)	Владеть опытом применения основных типов материалов различного назначения для решения профессиональных задач
13	З-1(ПКР-4.1)	Знать типы материалов и требования, предъявляемые к продукции согласно нормативной документации
14	З-1(ПКР-4.3)	Знать технологию и технологический регламент производства изделий, а также методы планирования и контроля деятельности работников
15	З-1(ПКР-9.2)	Знать основные методы постановки и проведения экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов
16	У-1(ПКР-10.1)	Уметь разрабатывать технические задания на оборудование и оснастку, требующиеся для обработки материалов и изделий
17	З-1(ПКР-10.2)	Знать технологическую документацию производства, маршрутные карты процессов
18	З-1(ПКР-10.3)	Знать нормативную и технологическую документацию по производству материалов и изделий

19	У-1(ПКР-8.1)	Уметь применять на практике техническую и нормативную документацию поконструкции основного термического оборудования, технологической оснастки и вспомогательного оборудования
20	З-1(ПКР-8.2)	Знать основы технологии обработки материалов, используемых на производстве и основы проектирования технологической оснастки
21	У-1(ПКР-8.2)	Уметь формулировать требования к особенностям осуществления технологий и навыками по расположению образцов в оборудовании
22	В-1(ПКР-8.2)	Владеть навыком по расположению и ориентации деталей в пространстве с целью исключения негативного влияния внешних факторов на качество обработки изделий

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

N	Шифр	Компетенция
1	ПКР-8	Способен использовать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов при стандартизации и сертификации.
2	ПКР-1	Способен осуществлять рациональный выбор материалов на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, учитывая их надёжность, экономичность и экологичность
3	ПКР-3	Способен выбирать методы исследования структуры материалов и контроля их свойств
4	ПКР-4	Способен осуществлять обоснованный выбор технологического оборудования
5	ПКР-6	Способен к разработке, сопровождению и интеграции типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов
6	ПКР-9	Способен участвовать в проведении исследований и разработок новых процессов получения и обработки материалов и изделий
7	ПКР-10	Способен к управлению выполнением производственных заданий участка (цеха) по выпуску металлических материалов и изделий из них

Индикаторы достижения компетенций, служащие для проверки сформированности части соответствующей компетенции:

N	Шифр	Индикатор компетенций
1	ПКР-1.1	Осуществляет рациональный выбор материалов на основе анализа заданных условий эксплуатации
2	ПКР-1.2	Использует знания об основных типах материалов различного назначения для решения профессиональных задач.
3	ПКР-10.1	Совершенствует технологии, участвует в механизации и автоматизации производственных процессов
4	ПКР-10.2	Выполняет проекты ресурсного обеспечения, составляет заявки на материалы и оборудование

5	ПКР-10.3	Разрабатывает отчётную документацию о производственной деятельности цеха (участка)
6	ПКР-3.2	Разрабатывает и внедряет методики измерений параметров технологических процессов и обработок
7	ПКР-4.1	Выбирает оборудование в соответствии с типом выпускаемой продукции и технологической документацией
8	ПКР-4.3	Осуществляет контроль выполнения работниками технологических операций процесса производства
9	ПКР-6.2	Разрабатывает интегрированные информационные модели типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов
10	ПКР-6.3	Осуществляет сопровождение типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов
11	ПКР-6.4	Использует в исследованиях и расчетах знания о методах анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, а так же о физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации
12	ПКР-8.1	Разрабатывает технические задания на проектирование специальных средств измерений
13	ПКР-8.2	Консультирует при разработке технических заданий на проектирование технологической оснастки
14	ПКР-9.2	Принимает участие в экспериментальных работах по созданию новых процессов обработки и получения материалов и изделий из них
15	ПКР-1.1	Осуществляет рациональный выбор материалов на основе анализа заданных условий эксплуатации
16	ПКР-1.2	Использует знания об основных типах материалов различного назначения для решения профессиональных задач.
17	ПКР-10.1	Совершенствует технологии, участвует в механизации и автоматизации производственных процессов
18	ПКР-10.2	Выполняет проекты ресурсного обеспечения, составляет заявки на материалы и оборудование
19	ПКР-10.3	Разрабатывает отчётную документацию о производственной деятельности цеха (участка)
20	ПКР-3.2	Разрабатывает и внедряет методики измерений параметров технологических процессов и обработок
21	ПКР-4.1	Выбирает оборудование в соответствии с типом выпускаемой продукции и технологической документацией
22	ПКР-4.3	Осуществляет контроль выполнения работниками технологических операций процесса производства
23	ПКР-6.2	Разрабатывает интегрированные информационные модели типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов
24	ПКР-6.3	Осуществляет сопровождение типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов

25	ПКР-6.4	Использует в исследованиях и расчетах знания о методах анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, а так же о физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации
26	ПКР-8.1	Разрабатывает технические задания на проектирование специальных средств измерений
27	ПКР-8.2	Консультирует при разработке технических заданий на проектирование технологической оснастки
28	ПКР-9.2	Принимает участие в экспериментальных работах по созданию новых процессов обработки и получения материалов и изделий из них

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Материаловедение и технологии конструкционных материалов 2 является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

N	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Технологическая практика	Новые конструкционные и функциональные материалы (Материалы с особыми физико-химическими и физическими свойствами)
2	Научные основы материаловедения	Итоговая гос. аттестация
3	Технологическое оборудование в процессах обработки металлических материалов	Научно-исследовательская работа
4	Ознакомительная практика II	Преддипломная практика
5	Физические методы исследования материалов (Методы неразрушающего контроля качества изделий)	
6	Физика и механика деформируемых тел	
7	Физическое металловедение	
8	Автоматизированные системы управления производством	

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость практики составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы), 180 часа(ов).

Модуль	Раздел	Лекции	Практич. занятия	Лаборат. работы	СРС	Всего часов	Всего с экзаменами и курсовыми
8 сем. ТТО и ЦвМетСплавы.	Алюминий и сплавы на его основе	16	0	12	10	38	180
	Титан и сплавы на его основе	8	4	4	6	22	
	Жаропрочные сплавы на основе никеля	8	8	0	6	22	

	Практикум по технологии термической обработки	0	20	0	12	32	
Всего		32	32	16	34	114	180

3.1. Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Тема лекции
1	1.1.Алюминий и сплавы на его основе	4	Термически неупрочняемые деформируемые алюминиевые сплавы.
2	1.1.Алюминий и сплавы на его основе	4	Деформируемые термически упрочняемые алюминиевые сплавы средней прочности.
3	1.1.Алюминий и сплавы на его основе	4	Деформируемые термически упрочняемые алюминиевые сплавы высокой прочности.
4	1.1.Алюминий и сплавы на его основе	4	Деформируемые суперлёгкие и литейные сплавы на основе алюминия.
5	1.2.Титан и сплавы на его основе	4	Общие сведения о титановых сплавах и их термической обработке.
6	1.2.Титан и сплавы на его основе	4	Деформируемые и литейные сплавы на основе титана.
7	1.3.Жаропрочные сплавы на основе никеля	4	Общие сведения о никеле, сплавах на его основе и их термической обработке.
8	1.3.Жаропрочные сплавы на основе никеля	4	Деформируемые и литейные сплавы на основе никеля.
Итого:		32	

3.2. Содержание лекций

1.1.1. Термически неупрочняемые деформируемые алюминиевые сплавы. (АЗ: 4, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

1.1.2. Деформируемые термически упрочняемые алюминиевые сплавы средней прочности. (АЗ: 4, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

1.1.3. Деформируемые термически упрочняемые алюминиевые сплавы высокой прочности. (АЗ: 4, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

1.1.4. Деформируемые суперлёгкие и литейные сплавы на основе алюминия. (АЗ: 4, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

1.2.1. Общие сведения о титановых сплавах и их термической обработке. (АЗ: 4, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

1.2.2. Деформируемые и литейные сплавы на основе титана. (АЗ: 4, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

1.3.1. Общие сведения о никеле, сплавах на его основе и их термической обработке. (АЗ: 4, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

1.3.2. Деформируемые и литейные сплавы на основе никеля. (АЗ: 4, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

3.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Наименование практического занятия
1	1.2.Титан и сплавы на его основе	4	Выбор режимов обезводороживающего вакуумного отжига полуфабрикатов и элементов конструкций из титановых сплавов.
2	1.3.Жаропрочные сплавы на основе никеля	4	Оценка образования σ -фазы в жаропрочных никелевых сплавах на основе электронной теории легирования.
3	1.3.Жаропрочные сплавы на основе никеля	4	Прогнозирование характеристик длительной прочности жаропрочных никелевых сплавов.
4	1.4.Практикум по технологии термической обработки	8	Изучение технологической документации термической обработки полуфабрикатов из деформируемых термически упрочняемых алюминиевых сплавов.
5	1.4.Практикум по технологии термической обработки	6	Разработка технологической карты термической обработки.
6	1.4.Практикум по технологии термической обработки	6	Выбор технологического режима термической обработки детали или полуфабриката.
Итого:		32	

3.4. Содержание практических занятий

1.2.1. Выбор режимов обезводороживающего вакуумного отжига полуфабрикатов и элементов конструкций из титановых сплавов. (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Практическое занятие

Описание: На основании теоретических сведений, изложенных в методических указаниях студенты рассчитывают режимы вакуумного отжига полуфабрикатов из титановых сплавов, обеспечивающие достижение безопасных концентраций водорода.

1.3.1. Оценка образования σ -фазы в жаропрочных никелевых сплавах на основе электронной теории легирования. (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Практическое занятие

Описание: Студенты на основании модели, изложенной в методических указаниях, рассчитывают вероятность образования σ -фазы в жаропрочных никелевых сплавах заданного преподавателем состава.

1.3.2. Прогнозирование характеристик длительной прочности жаропрочных никелевых сплавов. (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Практическое занятие

Описание: Студенты на основании модели, изложенной в методических указаниях, строят теоретические кривые длительной прочности сплава ЖС6У в координатах $\lg \sigma - \lg t$ и прогнозируют значение длительной прочности для данной плавки при заданной температуре.

1.4.1. Изучение технологической документации термической обработки полуфабрикатов из деформируемых термически упрочняемых алюминиевых сплавов. (АЗ: 8, СРС: 4)

Форма организации: Практическое занятие

1.4.2. Разработка технологической карты термической обработки. (АЗ: 6, СРС: 4)

Форма организации: Практическое занятие

1.4.3. Выбор технологического режима термической обработки детали или полуфабриката. (АЗ: 6, СРС: 4)

Форма организации: Практическое занятие

3.5. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Наименование лабораторной работы	Наименование лаборатории
1	1.1.Алюминий и сплавы на его основе	4	Влияние неизбежных примесей на структуру и свойства технического алюминия.	Материаловедение и термическая обработка
2	1.1.Алюминий и сплавы на его основе	4	Структура и свойства термически неупрочняемых алюминиевых сплавов.	Материаловедение и термическая обработка
3	1.1.Алюминий и сплавы на его основе	4	Структура и свойства термически упрочняемых алюминиевых сплавов.	Материаловедение и термическая обработка
4	1.2.Титан и сплавы на его основе	4	Структура и свойства отожженных титановых сплавов.	Материаловедение и термическая обработка
Итого:		16		

3.6.Содержание лабораторных работ

1.1.1. Влияние неизбежных примесей на структуру и свойства технического алюминия. (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Лабораторная работа

Описание: Студента под руководством преподавателя изучают микроструктуры и свойств опытных сплавов систем Al - Fe, Al - Si и Al - Fe - Si, а также структуры и свойств некоторых марок технического алюминия.

1.1.2. Структура и свойства термически неупрочняемых алюминиевых сплавов. (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Лабораторная работа

Описание: Студенты под руководством преподавателя знакомятся с составом, структурой, термообработкой и свойствами термически неупрочняемых алюминиевых сплавов.

1.1.3. Структура и свойства термически упрочняемых алюминиевых сплавов. (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Лабораторная работа

Описание: Студенты под руководством преподавателя знакомятся с химическим и фазовым составом авиалей и дуралюминов, их структурой и термообработкой, а также с диаграммами состояния Al-Mg-Si и Al-Cu-Mg.

1.2.1. Структура и свойства отожженных титановых сплавов. (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Лабораторная работа

Описание: Студенты под руководством преподавателя изучают типовые микроструктуры титановых сплавов разных классов, определяют размеры структурных составляющих бета-превращенной структуры.

3.7. Курсовые работы и проекты по дисциплине

1.1. Разработка технологии термической обработки

Тематика: Цель курсовой работы - привить необходимые навыки в области разработки и проектирования технологического процесса термической обработки конкретных полуфабрикатов или изделий авиационного назначения.

Курсовая работа состоит из следующих основных разделов:

- задание на проектирование конкретного технологического процесса термической обработки;
- свойства применяемых сталей и сплавов;
- выбор директивной технологии и описание технологических процессов,
- выбор оборудования;
- разработка маршрута;
- разработка технологических карт для группы деталей или полуфабрикатов.

Пояснительная записка содержит 30 - 50 страниц текста с иллюстрациями.

Трудоемкость(СРС): 30

Прикрепленные файлы: Разработка технологии термической обработки.pdf

3.8. Промежуточная аттестация

1. Экзамен (8 семестр)

Прикрепленные файлы: Экзамен (8 семестр).pdf

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

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	ПКР-8	Способен использовать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов при стандартизации и сертификации.	<p>Уметь применять на практике техническую и нормативную документацию поконструкции основного термического оборудования, технологической оснастки и вспомогательного оборудования</p> <p>Знать основы технологии обработки материалов, используемых на производстве и основы проектирования технологической оснастки</p> <p>Уметь формулировать требования к особенностям осуществления технологий и навыками по расположению образцов в оборудовании</p> <p>Владеть навыком по расположению и ориентации деталей в пространстве с целью исключения негативного влияния внешних факторов на качество обработки изделий Семестр - 8</p>
2	ПКР-1	Способен осуществлять рациональный выбор материалов на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, учитывая их надёжность, экономичность и экологичность	<p>Знать виды материалов, применяемых в авиационной и машиностроительных отраслях.</p> <p>Уметь оценивать надёжность, экономичность и экологичность применяемых материалов.</p> <p>Знать основные типы материалов различного назначения для решения профессиональных задач</p> <p>Уметь выбирать основные типы материалов различного назначения на основе заданных условий эксплуатации</p> <p>Владеть опытом применения основных типов материалов различного назначения для решения профессиональных задач Семестр - 8</p>
3	ПКР-3	Способен выбирать методы исследования структуры материалов и контроля их свойств	Знать параметры технологических процессов, подлежащие измерениям и точность этих измерений Семестр - 8

4	ПКР-4	Способен осуществлять обоснованный выбор технологического оборудования	Знать типы материалов и требования, предъявляемые к продукции согласно нормативной документации Знать технологию и технологический регламент производства изделий, а также методы планирования и контроля деятельности работников Семестр - 8
5	ПКР-6	Способен к разработке, сопровождению и интеграции типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов	Знать виды технологической оснастки, применяемые для типовых технологических процессов Уметь разрабатывать и оформлять электронные технологические карты типовых режимов обработки материалов Владеть практикой проектирования типовой технологической оснастки с использованием прикладных программных средств. Знать принципы реализации системы автоматизированного управления режимами обработки материалов. Владеть методикой внесения изменений в электронные технологические карты типовых режимов обработки материалов. Владеть навыком определять химический и фазовый состав материалов после различных обработок Семестр - 8
6	ПКР-9	Способен участвовать в проведении исследований и разработок новых процессов получения и обработки материалов и изделий	Знать основные методы постановки и проведения экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов Семестр - 8
7	ПКР-10	Способен к управлению выполнением производственных заданий участка (цеха) по выпуску металлических материалов и изделий из них	Уметь разрабатывать технические задания на оборудование и оснастку, требующиеся для обработки материалов и изделий Знать технологическую документацию производства, маршрутные карты процессов Знать нормативную и технологическую документацию по производству материалов и изделий Семестр - 8

Вопросы к промежуточной аттестации

"Материаловедение и технологии конструкционных материалов 2"

1. Экзамен (8 семестр)

Прикрепленные файлы: Экзамен (8 семестр).pdf

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

а) Основная литература:

1. Колачев Б.А., Елагин В.И., Ливанов В.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. – М.: МИСИС, 2005 – 432 с.
2. Фетисов Г.П., Карпман Н.Г., Матюнин В.Н. и др. Материаловедение и технология металлов – М.: Высшая школа, 2008 – 877 с.

б) Дополнительная литература:

1. А.В. Мальков, И.Д. Низкин, А.В. Драницин. Влияние неизбежных примесей на структуру и свойства технического алюминия /Методические указания к лабораторной работе – М.: МАТИ., 2007. 19 с.
2. А.В. Мальков, И.Д. Низкин, А.В. Драницин. Структура и свойства термически неупрочняемых алюминиевых сплавов / Методические указания к лабораторной работе – М.: МАТИ., 2006. 17 с.
3. А.В. Мальков, И.Д. Низкин, А.В. Драницин. Структура и свойства термически упрочняемых алюминиевых сплавов / Методические указания к лабораторной работе – М.: МАТИ., 2007. 17 с.
4. А.В. Мальков, И.Д. Низкин, А.В. Драницин. Структура и свойства отожженных титановых сплавов / Методические указания к лабораторной работе – М.: МАТИ., 2006. 17 с.
5. А.В. Драницин. Выбор режима обезводороживающего вакуумного отжига полуфабрикатов и конструкций из титановых сплавов / Методические указания к практическому занятию – М.: МАТИ, 2013. – 14 с.
6. А.В. Драницин. Прогнозирование характеристик длительной прочности жаропрочных нике-левых сплавов / Методические указания к практическому занятию – М.: МАТИ, 2013. – 16 с.
7. Ю.Б. Егорова, С.Б.Белова, Ф.С. Мамонова. Оценка образования сигма-фазы в жаропрочных никелевых сплавах на основе электронной теории легирования / Методические указания к практическому занятию – М.: МАТИ, 2007. – 24 с.

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"	
Договор № 4855 эбс/027-1-3200-20 от 08.12.2020 с ООО "ЗНАНИУМ" С «18»12.2020 г. по «17»12.2021 г	http://znanium.com
Договор № эбс/027-1-3026-21 от 22.12.2021 с ООО "ЗНАНИУМ" С «15»12.2021 г. по «31»12.2022 г	https://znanium.com/
Договор № эбс/027-1-2586-22 от 07.12.2022 с ООО "ЗНАНИУМ" С «20»12.2022 г. по «31»12.2023 г	

ООО "Издательство Лань"	
Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "Издательство Лань" С «22»_02. 2021г. по « 21» 02.2022 г	e.lanbook.com
Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «22»_02. 2021г. по « 21» 02.2022	
Договор № СЭБ 027-0-0400-21 от 15.09.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «15»_09. 2021г. по « 14» 09.2024	
Договор № 027-1-0169-22 от 07.02.2022 года с ООО "Издательство Лань" С «22»_02. 2022г. по « 21» 02.2023 г	
Договор № 027-1-0168-22 от 07.02.2022 года с ООО "ЭБС Лань" С «22»_02. 2022г. по « 21» 02.2023	
ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"	
Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"	http://biblio-online.ru , https://biblio-online.ru/catalog/legendary
Договор № 027-1-3191-20 от 04.12.2020г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО С «04»12.2020 г. по «03»12.2021	https://urait.ru/
Договор № 027-1-3194-20 от 04.12.2020г. с ООО "Электронное издательства ЮРАЙТ" С «04»12.2020 г. по «03»12.2021 г	https://urait.ru/
Договор № 027-1-3034-21 от 03.12.2021г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2021 г. по «03»12.2022 г	https://urait.ru/
Договор № 150-1-3269-21 от 10.12.21 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО	https://urait.ru/
Договор № 027-1-2554-22 от 01.12.2022г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2022 г. по «03»12.2023 г	
Договор № 5537 от 25.11.2022 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО	
Электронная библиотека МАИ	
Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ). Лицензионный договор № 0267-НИЧ-13 от 11.12.2013 г. с ООО "Дата Экспресс "на право использования программы для ЭВМ Автоматизированная интегрированная библиотечная система (АИБС) «МегаПро» (для размещения Электронной библиотеки МАИ)	https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России	
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России. Соглашение о создании Консорциума вузов России "Национальный объединенный аэрокосмический университет" от 03.09.2012 г. Договор о сетевом взаимодействии от 15.12.2014 г. Соглашение от «03»09.2012 г. бессрочно	

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"	
Договор № 027-1-3051-20 от 07.12.2020 с ООО "РУНЭБ" С «07»12.2020 г. по «06»12.2028	http://elibrary.ru
Договор № 027-1-2895-21 от 03.12.2021 с ООО "РУНЭБ" С «03»12.2021 г. по «02»12.2039	
Договор № 027-133215-22 от 20.12.2022 с ООО "НЭБ" С «20»12.2022 г. по «19»12.2030	
ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт"	
Договор № РКТ-054/20/027-1-1129-20 от 30.05.2020 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2020 г. по «31»05.2021 г	http://text.rucont.ru/
Договор № 027-1-1235-21 от 01.06.2021 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2021 г. по «31»05.2022 г	https://text.rucont.ru/
Договор № 027-1-1467-22 от 09.06.2022 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2022 г. по «31»05.2023 г	https://text.rucont.ru/
ФГБУ "РГБ"	
Договор о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке (НЭБ) №101/НЭБ/2139 от 13.11.2018г. с ФГБУ" РГБ" С «13»11. 2018 г. по «12» 11. 2023	http://нэб.рф
НП НЭИКОН	
Соглашение № 715 ДС-2011 от 16.05.2011 о сотрудничестве в Консорциуме НЭИКОН С «16» 05.2011 г с автоматическим продлением Национальная подписка на-2021 г с РФФИ Государственного задания № 075-00011-20-00 Web Of Science- https://apps.webofknowledge.com Scopus- http://scopus.com Elsevier- http://www.sciencedirect.com , http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct , https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections , https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections	http://archive.neicon.ru https://apps.webofknowledge.com http://scopus.com http://www.sciencedirect.com , http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct , https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections , https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections
	http://rd.springer.com , http://www.springerprotocols.com

<p>Математическая база данных zbMATH: http://zbMATH.org</p> <p>American Chemical Society (ACS)- https://www.acs.org/content/acs/en.html</p> <p>American Institute of Physics (AIP)- https://www.scitation.org/</p> <p>American Physical Society- https://journals.aps.org/about</p> <p>EBSCO Publishing (База CASC)- http://search.ebscohost.com</p> <p>Cambridge University Press (CUP)- https://www.cambridge.org/core</p> <p>IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers , Inc.)- https://ieeexplore.ieee.org</p> <p>INSPEC компании EBSCO- INSPEC</p> <p>Institute of Physics (IOP) издательства IOP Publishing- https://iopscience.iop.org/</p> <p>MathSciNet American Mathematical Society- https://www.ams.org/home/page</p> <p>Optical Society of America (OSA)- https://www.osapublishing.org/about.cfm</p> <p>Oxford University Press- https://academic.oup.com/journals/</p> <p>ProQuest Dissertations & Theses Global- https://search.proquest.com/index</p> <p>ORBIT Intelligence - база данных QUESTEL- https://www.orbit.com/</p> <p>SAGE Publication- https://journals.sagepub.com/</p> <p>Annual Reviews Science Collection (AR)- https://www.annualreviews.org</p> <p>JSTOR- www.jstor.org</p> <p>Wiley. John Wiley & Sons.- https://onlinelibrary.wiley.com/</p> <p>Национальная подписка на 2022 г с РФФИ Государственного задания</p>	<p>http://zbMATH.org</p> <p>https://www.acs.org/content/acs/en.html</p> <p>https://www.scitation.org/</p> <p>https://journals.aps.org/about</p> <p>http://search.ebscohost.com</p> <p>https://www.cambridge.org/core</p> <p>https://ieeexplore.ieee.org</p> <p>https://iopscience.iop.org/</p> <p>https://www.ams.org/home/page</p> <p>https://www.osapublishing.org/about.cfm</p> <p>https://academic.oup.com/journals/</p> <p>https://search.proquest.com/index</p> <p>https://www.orbit.com/</p> <p>https://journals.sagepub.com/</p> <p>https://www.annualreviews.org</p> <p>www.jstor.org</p> <p>https://onlinelibrary.wiley.com</p>
<p>Springer Nature:</p> <p>1. eBoock Collection: журналы, книги - https://link.springer.com</p> <p>2. Коллекция журналов и базы данных Springer Nature: https://link.springer.com</p> <p>Begell House Inc. https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html</p> <p>China Academic Journals (CD Edition) Electronic Publishing House Co., Ltd: https://ar.cnki.net/ACADREF</p> <p>Institute of Electrical and Electronics Engineers:</p>	<p>https://link.springer.com</p> <p>https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html</p> <p>https://ar.cnki.net/ACADREF</p> <p>https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/</p>
<p>https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp; https://ieeexplore.ieee.org</p>	<p>home.jsp; https://ieeexplore.ieee.org</p>

EBSCO.	https://www.search.ebscohost.com/	https://www.search.ebscohost.com/
INSPEC:		
1. База данных Academic Search Premier		
2. База данных eBook Academic Collection		
3. eBook EngineeringCore Collection		
ORBIT Intelligence - база данных QUESTEL:		https://www.orbit.com/
https://www.orbit.com/		
SAGE	https://journals.sagepub.com/	https://journals.sagepub.com/
Publication:		
Wiley:	https://onlinelibrary.wiley.com/	https://onlinelibrary.wiley.com/

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 осознано 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 понимание 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:

1. Пакет офисных программ MS Office.
2. Система моделирования процессов пластической деформации QForm.
3. <http://www.materialscience.ru>
4. <http://www.gpntb.ru>
5. <http://www.supermetalloved.narod.ru>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия
- 1.2. Специализированная аудитория для проведения интерактивных занятий, оснащенная презентационной техникой (видеопроектор, экран, ноутбук).
2. Лабораторные работы
- 2.1. Лаборатория «Материаловедение и термическая обработка» кафедры «Технология и автоматизация обработки материалов», оснащенная оптическими микроскопами и нагревательными электрическими печами.
3. Практические занятия
- 3.1. Компьютерный класс «Информационные технологии» кафедры «Технология и автоматизация обработки материалов», оснащенный презентационной техникой (видеопроектор, экран, ноутбук), пакетами программного обеспечения общего назначения.

Приложение 1

к рабочей программе дисциплины
«Материаловедение и технологии конструкционных материалов 2»

Аннотация рабочей программы

Дисциплина "Материаловедение и технологии конструкционных материалов 2" является частью "Блока 1 Дисциплины" дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов". Дисциплина реализуется на "Московского авиационного института (национального исследовательского университета)" кафедрой (кафедрами) .

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ПКР-8, ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4, ПКР-6, ПКР-9, ПКР-10.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: основными положениями материаловедения и технологии термической обработки сталей, алюминиевых, титановых и никелевых сплавов, знание которых обеспечивает требуемую эффективность деятельности бакалавра в области материаловедения и технологии конструкционных материалов.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Экзамен (8 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (32 часов), практические (32 часов), лабораторные (16 часов) занятия и (64 часов) самостоятельной работы студента.

Приложение 2

к рабочей программе дисциплины

«Материаловедение и технологии конструкционных материалов 2»

Прикрепленные файлы

Разработка технологии термической обработки.pdf

Экзамен (8 семестр).pdf

Блок №1 8 сем. ТТО и ЦвМеСплавы.

Курсовая работа(проект) №1 Разработка технологии термической обработки

Трудоемкость(объем часов): 24

Тематика: Цель курсовой работы - привить необходимые навыки в области разработки и проектирования технологического процесса термической обработки конкретных полуфабрикатов или изделий авиационного назначения.

Курсовая работа состоит из следующих основных разделов:

- задание на проектирование конкретного технологического процесса термической обработки;
- свойства применяемых сталей и сплавов;
- выбор директивной технологии и описание технологических процессов,
- выбор оборудования;
- разработка маршрута;
- разработка технологических карт для группы деталей или полуфабрикатов.

Пояснительная записка содержит 30 - 50 страниц текста с иллюстрациями.

Типовые варианты:

1. Разработка технологического процесса термической обработки хомута лопасти из стали 40ХН2МА.
2. Разработка технологического процесса термической обработки поковки корпуса винта из стали 12Х2Н4А.
3. Разработка технологического процесса термической обработки поковки корпуса винта из стали 12Х2Н4А.
4. Разработка технологического процесса термической обработки поковки хвостовика из жаропрочного сплава ЭИ437БУВД.
5. Разработка технологического процесса термической обработки поковки корпуса из алюминиевого сплава Д16.
6. Разработка технологического процесса термической обработки листа из алюминиевого сплава Д16.

Промежуточная аттестация №1

Экзамен (8 семестр)

Семестр: 8

Вид контроля: Э

Вопросы:

1. Каковы характерные физико-химические и механические свойства алюминия и где он применяется?
2. Опишите в общем виде структуру и фазовый состав алюминиевых сплавов.
3. Какие структурные и фазовые превращения протекают при закалке и старении классического дуралюмина?
4. Каков состав имеет двойной силумин АК12 и как он упрочняется?
5. Каковы характерные физико-химические и механические свойства титана и его сплавов?
6. Можно ли α -сплавы упрочнить термической обработкой? Какую термическую обработку проходят α -сплавы?
7. Чем отличается мартенсит α' от мартенсита α'' в титановых сплавах? Можно ли использовать для упрочнения титановых сплавов ω -фазу?
8. Какую упрочняющую термическую обработку проходят $(\alpha+\beta)$ -сплавы?
9. Какие свойства никеля обеспечили создание жаропрочных сплавов на его основе?
10. Микродобавки каких элементов способствуют упрочнению границ зерен в жаропрочных никелевых сплавах?
11. В чем состоит новое направление повышения жаропрочных характеристик литейных никелевых сплавов?
12. Опишите влияние примеси железа на структуру и свойства алюминия.
13. Опишите влияние примеси кремния на структуру и свойства алюминия.
14. Опишите влияние марганца на структуру и свойства алюминия.
15. В чем преимущества и недостатки сплавов системы Al-Mg?
16. Каковы цели закалки и старения термически упрочняемых алюминиевых сплавов?
17. Каков основной фазовый состав дуралюминов при комнатной температуре? Какие фазы являются упрочняющими при термообработке дуралюминов?
18. Каков основной фазовый состав авиалей при комнатной температуре? Какая фаза является упрочняющей при термообработке?
19. Каковы режимы упрочняющей термической обработки авиалей?
20. Что представляют собой α - и β -фазы в сплавах титана?
21. Какие легирующие элементы относятся к α -стабилизаторам, β -стабилизаторам, нейтральным упрочнителям?
22. Каковы принципы выбора температуры отжига титановых сплавов?
23. Опишите структуру и свойства исследованных $(\alpha+\beta)$ -сплавов в отожженном состоянии.
24. Деформируемые алюминиевые сплавы системы Al-Mg. Марки и состав промышленных сплавов, структура, свойства, области применения.
25. Деформируемые алюминиевые сплавы системы Al-Zn-Mg-Cu. Марки и состав промышленных сплавов, структура, режимы упрочняющей термической обработки, свойства, области применения.

26. Литейные алюминиевые сплавы системы Al-Si. Марки и состав промышленных сплавов, структура, режимы упрочняющей термической обработки, свойства, области применения.
27. Термическая обработка титановых сплавов.
28. Деформируемые ($\alpha+\beta$)-титановые сплавы. Марки и состав промышленных сплавов, структура, режимы упрочняющей термической обработки, свойства, области применения.
29. Литейные титановые сплавы. Марки и состав промышленных сплавов, структура, режимы упрочняющей термической обработки, свойства, области применения.
30. Влияние легирующих элементов на жаропрочность никелевых сплавов.
31. Термическая обработка жаропрочных никелевых сплавов.
32. Жаропрочные литейные никелевые сплавы. Состав промышленных сплавов, структура, режимы упрочняющей термической обработки, свойства, области применения.
33. Деформируемые алюминиевые сплавы системы Al-Mg. Марки и состав промышленных сплавов, структура, свойства, области применения.
34. Деформируемые алюминиевые сплавы системы Al-Zn-Mg-Cu. Марки и состав промышленных сплавов, структура, режимы упрочняющей термической обработки, свойства, области применения.
35. Литейные алюминиевые сплавы системы Al-Si. Марки и состав промышленных сплавов, структура, режимы упрочняющей термической обработки, свойства, области применения.
36. Термическая обработка титановых сплавов.
37. Деформируемые ($\alpha+\beta$)-титановые сплавы. Марки и состав промышленных сплавов, структура, режимы упрочняющей термической обработки, свойства, области применения.
38. Литейные титановые сплавы. Марки и состав промышленных сплавов, структура, режимы упрочняющей термической обработки, свойства, области применения.
39. Влияние легирующих элементов на жаропрочность никелевых сплавов.
40. Термическая обработка жаропрочных никелевых сплавов.
41. Жаропрочные литейные никелевые сплавы. Состав промышленных сплавов, структура, режимы упрочняющей термической обработки, свойства, области применения.
42. Виды технологической документации термической обработки деталей из улучшаемых сталей.
43. Виды технологической документации химико-термической и термической обработки деталей из цементируемых сталей.
44. Виды технологической документации термической обработки слитков из алюминиевых сплавов.
45. Виды технологической документации термической обработки полуфабрикатов из деформируемых термически неупрочняемых алюминиевых сплавов.
46. Виды технологической документации термической обработки полуфабрикатов из деформируемых термически упрочняемых алюминиевых сплавов.
47. Принципы составления технологических карт.
48. Выбор технологического режима термической обработки конкретной детали или полуфабриката.