

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Выборнова Любовь Алексеевна

Должность: Ректор

Дата подписания: 15.09.2026 10:06:20

Уникальный программный ключ:

c3b3b9c625f6c113afa2a2c42baff9e05a38b76e

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Поволжский государственный университет сервиса» (ФГБОУ ВО «ПВГУС»)

Высшая школа передовых производственных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов»

Направление подготовки:

15.04.02 «Технологические машины и оборудование»

Направленность (профиль):

«Инжиниринг технологических инноваций»

Квалификация выпускника: **магистр**

Тольятти 2025

Рабочая программа дисциплины «Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов» разработана в соответствии с

- федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - магистратура по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14 августа 2020 г. № 1026.

Составитель:

Д.Т.Н., доцент
(ученая степень, ученое звание)

В.И. Воловач
(ФИО)

РПД обсуждена на заседании Высшей школы передовых производственных технологий
26.09.2025 г., протокол № 1

Директор Высшей школы
передовых производственных технологий

Д.Т.Н., доцент
(уч. степень, уч. звание)

В.И. Воловач
(ФИО)

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СО- ОТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является:

- углубление уровня освоения обучающимися профессиональных компетенций, необходимых для решения задач профессиональной деятельности в области технологических машин и оборудования на основе изучения физико-химических закономерностей формирования структуры и свойств конструкционных материалов нового поколения, освоения прогрессивных технологий их термической и химико-термической обработки, а также овладения методами компьютерного моделирования и экспериментального исследования материалов для высоконагруженных узлов машиностроительных комплексов.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Основание (ПС) *для профессиональных компетенций
ПК-1 Способен разрабатывать планы и программы проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ при исследовании самостоятельных тем	ИПК-1.1 Использует современные методы анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений ИПК-1.2 Обосновывает меры по обеспечению патентной чистоты объекта техники ИПК-1.3 Осуществляет анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	Знает: - Нормативно-техническую базу НИОКР: требования национальных стандартов Системы разработки и поставки продукции на производство (СРПП), а также ГОСТ 15.101 и ГОСТ 7.32 к структурированию, содержанию и правилам планирования научно-исследовательских материаловедческих работ. - Методологию патентно-информационного поиска: регламент проведения системного патентного поиска по ГОСТ Р 15.011-96 в области составов сплавов, композитов, геометрии инструментальных материалов и технологий химико-термического упрочнения. - Принципы проектного планирования в материаловедении: методы сетевого, календарного и ресурсного планирования исследований, этапы и фазы жизненного цикла проектов по созданию, термообработке и испытаниям новых конструкционных материалов. - Классификацию физико-химических факторов: структуру, характер взаимодействия и методы ранжирования факторов (температурных градиентов, концентраций легирующих элементов, скоростей охлаждения), определяющих кинетику фазовых превращений. - Метрологическое обеспечение металлофизического эксперимента: принципы действия, класс точности и пра-	40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Основание (ПС) *для профессиональных компетенций
		вила подбора исследовательского оборудования (металлографических микроскопов, рентгеновских дифрактометров, твердомеров) для программ комплексных испытаний. Умеет: - Формулировать концепции и гипотезы исследований: трансформировать практические проблемы эксплуатации машин (преждевременный износ, хрупкое разрушение деталей) в строгие материаловедческие задачи и программы самостоятельных НИОКР. - Разрабатывать матрицы планирования эксперимента: конструировать нестандартные ортогональные и рототабельные матрицы многофакторных экспериментов, адаптированные под ограничения термического и металлургического оборудования. - Управлять проектными и технологическими рисками: выявлять латентные риски недостижения заданных физико-механических свойств сплавов на этапе термообработки и разрабатывать предупреждающие инженерные мероприятия. - Проектировать испытательную инфраструктуру: определять необходимый состав мобильных и стационарных измерительных комплексов, тензостанций и пирометрических систем для съема характеристик материалов при стендовых испытаниях узлов. - Планировать верификационные процедуры: разрабатывать пошаговые методики сопоставления результатов компьютерного моделирования (CAE) термомеханических полей с данными натурального эксперимента по статистическим критериям. Владет: - Навыками разработки планово-программной документации: практическим опытом самостоятельного составления сквозных программ испытаний, локальных технических	

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Основание (ПС) *для профессиональных компетенций
		заданий (ТЗ), календарных планов-графиков и бюджетов научно-технических проектов. - Навыками конструирования патентных формул: практическими навыками составления многозвенных формул изобретений и полезных моделей на новые составы материалов, оригинальные способы термообработки и защитные функциональные покрытия. - Навыками использования автоматизированных систем проектного менеджмента: опытом ресурсного моделирования, построения диаграмм Ганта и мониторинга контрольных точек (вех) при организации научно-исследовательских материаловедческих мероприятий. - Навыками защиты планово-проектных решений: опытом публичной аргументации, научно-технического обоснования выбранной структуры и методов исследования сплавов перед научно-техническим советом (НТС) машиностроительного предприятия. - Навыками оформления отчетных материалов по ГОСТ: навыками структурирования, комплектования и представления итоговой научно-технической документации, актов внедрения результатов исследований и протоколов заводских испытаний по ГОСТ 7.32.	

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1. Дисциплины (модули) образовательной программы и является элективной дисциплиной, углубляющей освоение профиля (Дисциплины по выбору).

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем и структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **4 з.е. (144 час.)**, их распределение по видам работ и семестрам представлено в таблице.

Виды учебных занятий и работы обучающихся	Трудоёмкость, час
Общая трудоёмкость дисциплины, час	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего), в т.ч.:	44/14
занятия лекционного типа (лекции)	20/6
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	24/8
лабораторные работы	-
Самостоятельная работа всего, в т.ч.:	73/121
Самоподготовка по темам (разделам) дисциплины	73/121
Выполнение курсового проекта /курсовой работы	-
Контроль (часы на экзамен)	27/9
Промежуточная аттестация	экзамен

Примечание: -/- объем часов соответственно для очной, очно-заочной, заочной форм обучения

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

В процессе освоения дисциплины может применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В процессе освоения дисциплины обучающиеся обеспечены доступом к электронной информационно-образовательной среде и электронно-библиотечным системам.

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые результаты освоения: код формируемой компетенции и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		Контактная работа			Самостоятельная работа, час	
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час		
ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2 ИПК-1.3	ТЕМА 1. МЕТОДОЛОГИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПАТЕНТНЫЙ ПОИСК ПО ГОСТ Р 15.011-96. Содержание лекции: Место материаловедения и сквозных технологий упрочнения в жизненном цикле проектирования и модернизации технологических машин. Структура и этапы реализации прикладных НИОКР в области материаловедения согласно ГОСТ 15.101. Организация патентно-информационных исследований по ГОСТ Р 15.011-96. Использование Международной патентной классификации (МПК) для выявления мировых тенденций развития перспективных сплавов, композитов и методов их термической обработки. Выбор аналогов и прототипа исследования.	2/0,5				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС)
	Практическое занятие № 1 «Проведение патентно-информационных исследований в области перспективных сталей и сплавов по ГОСТ Р 15.011-96»			2/0,5		Отчет по практической работе

Планируемые результаты освоения: код формируемой компетенции и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		Контактная работа			Самостоятельная работа, час	
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час		
	Самостоятельная работа.				7/12	Самостоятельное изучение учебных материалов; подготовка к практическим занятиям; доклад
ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2 ИПК-1.3	ТЕМА 2. ПРАВОВАЯ ЗАЩИТА И КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. Содержание лекции: Результаты интеллектуальной деятельности (РИД) в материаловедении: составы сплавов, защитные функциональные покрытия, оригинальные способы термической и химико-термической обработки. Особенности правовой охраны РИД методами патентного права в рамках Части IV Гражданского кодекса РФ. Юридические правила конструирования патентной формулы на состав вещества и на способ обработки (выделение ограничительной и отличительной частей). Условия введения режима коммерческой тайны (ноу-хау) как альтернативы открытому патентованию.	2/0,5				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС)
	Практическая работа № 2 «Юридическое конструирование патентной формулы на новый состав конструкционного материала»			2/1		Отчет по практической работе
	Самостоятельная работа				7/12	Самостоятельное изучение учебных материалов; Подготовка к практическим занятиям; Доклад
ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2 ИПК-1.3	ТЕМА 3. ФИЗИКА СТРУКТУРЫ И ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В ПЕРСПЕКТИВНЫХ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЯХ И СПЛАВАХ. Содержание лекции: Физическая природа прочности и пластичности металлических систем. Современные концепции легирования и структурообразования. Высокопрочные экономнолегированные стали, мартенситно-старяющие стали и TRIP/TWIP-стали: термодинамика фазовых превращений, механизмы упрочнения (твердорастворное, дисперсионное, деформационное). Физика структурных изменений при экстремальных эксплуатационных нагрузках в узлах технологических машин. Термический цикл как фактор управления кинетикой фазовых переходов.	2/0,5				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС)
	Практическая работа № 3 «Математическое моделирование влияния легирующих элементов на критические точки сталей»			2/0,5		Отчет по практической работе

Планируемые результаты освоения: код формируемой компетенции и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		Контактная работа			Самостоятельная работа, час	
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час		
	Практическая работа № 4 «Автоматизированная обработка результатов дюрOMETрического анализа и построение кривых прокаливаемости»			2/1		Отчет по практической работе
	Самостоятельная работа				8/12	Самостоятельное изучение учебных материалов; Подготовка к практическим занятиям
ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2 ИПК-1.3	ТЕМА 4. КОНСТРУКЦИОННЫЕ ПОРОШКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ИНТЕРМЕТАЛЛИДЫ И ЖАРОПРОЧНЫЕ СПЛАВЫ Содержание лекции: Физико-химические основы технологий порошковой металлургии. Особенности формирования структуры и пористости порошковых деталей технологических машин, влияние пористости на механические и эксплуатационные свойства. Физика структуры, фазовый состав и свойства интерметаллидных сплавов (на основе алюминидов титана и никеля). Перспективные жаропрочные и жаростойкие сплавы для высоконагруженных узлов, работающих в условиях агрессивных сред и экстремальных температур (турбокомпрессоры, рабочие зоны прессов и экструдеров).	2/0,5				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС)
	Практическая работа № 5 «Конечно-элементное (САЕ) моделирование температурных полей при закалке массивных деталей машин»			2/0,5		Отчет по практической работе
	Самостоятельная работа				7/12	Самостоятельное изучение учебных материалов; Подготовка к практическим занятиям
ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2 ИПК-1.3	ТЕМА 5. ДИСПЕРСНО-УПРОЧНЕННЫЕ И ВОЛОКНИСТЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ. Содержание лекции: Теоретические основы конструирования композиционных материалов (КМ). Классификация КМ по геометрии армирующей фазы: дисперсно-упрочненные, дискретно-волокнистые, слоистые и непрерывно-армированные структуры. Металломатричные композиты (ММК), полимерные композиционные материалы (ПКМ) и керамические матрицы (КМК) для узлов тяжелого оборудования. Физико-механическое взаимодействие на границе «матрица - волокно». Методы направленного регулирования ани-	2/1				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС)

Планируемые результаты освоения: код формируемой компетенции и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		Контактная работа			Самостоятельная работа, час	
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час		
	зотропии свойств КМ на этапе проектирования элементов машин.					
	Практическая работа № 6 «Расчет геометрических параметров и анизотропии свойств волокнистых композитов»			2/0,5		Отчет по практической работе
	Самостоятельная работа				8/12	Самостоятельное изучение учебных материалов; Подготовка к практическим занятиям
ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2 ИПК-1.3	ТЕМА 6. ПЕРЕДОВЫЕ МЕТОДЫ ПОВЕРХНОСТНОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ И ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫЕ ПОТОКИ ЭНЕРГИИ.. Содержание лекции: Теория контактного разрушения и износа деталей машин. Физические принципы поверхностного упрочнения металлов с использованием высококонцентрированных источников энергии (ВКЭ). Лазерное, плазменное, электронно-лучевой модифицирование и закалка: сверхвысокие скорости нагрева и охлаждения, формирование метастабильных структур и наноструктурированных поверхностных слоев. Ионно-плазменное азотирование, боротирование и лазерное легирование. Инженерные методики расчета глубины и градиента твердости упрочненных зон.	2/0,5				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС)
	Практическая работа № 7 «Инженерный расчет глубины и термических циклов лазерного поверхностного упрочнения»			2/1		Отчет по практической работе
	Самостоятельная работа				7/13	Самостоятельное изучение учебных материалов; Подготовка к практическим занятиям
ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2 ИПК-1.3	ТЕМА 7. НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТОНКОПЛЕНОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ. Содержание лекции: Физика нанокристаллического состояния вещества. Способы получения наноструктурированных материалов: методы интенсивной пластической деформации (ИПД) и контролируемой кристаллизации аморфных сред. Теория и технологии нанесения многослойных наноструктурированных и градиентных износостойких покрытий методами вакуумного напыления (PVD и CVD процессы). Архитектура покрытий: чередование нитридных, карбидных и карбонитридных слоев тугоплавких металлов (TiN, TiAlN,	2/1				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС)

Планируемые результаты освоения: код формируемой компетенции и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		Контактная работа			Самостоятельная работа, час	
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час		
	CrN). Механизмы блокирования трещин и снижения коэффициента трения.					
	Практическая работа № 8 «Проектирование DoE-матриц композиционного планирования второго порядка в DoE-модулях софта.»			2/0,5		Отчет по практической работе
	Самостоятельная работа				7/12	Самостоятельное изучение учебных материалов; Подготовка к практическим занятиям
ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2 ИПК-1.3	ТЕМА 8. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ МНОГОФАКТОРНОГО МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА.. Содержание лекции: Переход к активному планированию эксперимента при исследовании многокомпонентных систем и сложных процессов термообработки сплавов. Концепция многофакторного планирования DoE (Design of Experiments). Ортогональные и рототабельные планы первого и второго порядков (ПФЭ 2^k), ОЦКП, РЦКП) в задачах оптимизации режимов термической обработки и составов сталей. Выбор центра плана и интервалов варьирования факторов. Процедура рандомизации опытов для исключения неконтролируемых временных трендов.	2/0,5				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС)
	Практическая работа № 9 «Матричная реализация метода наименьших квадратов для расчета свойств сплавов»			2/0,5		Отчет по практической работе
	Практическая работа № 10 «Программная верификация и отсечение незначимых эффектов материаловедческой модели»			2/1		Отчет по практической работе
	Самостоятельная работа				8/12	Самостоятельное изучение учебных материалов; Подготовка к практическим занятиям
ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2 ИПК-1.3	ТЕМА 9. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ (САЕ) ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ И КИНЕТИКИ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ. Содержание лекции: Применение методов конечно-элементного анализа (МКЭ) и численного моделирования в металловедении. Постановка связанных термомеханических задач при термической обработке деталей машин. Численный расчет пространственных температурных полей, скоростей охлаждения в различных сечениях массивных деталей. Моделирование кинетики распада переохлажденного аустенита с использованием термокинетических диаграмм	2/0,5				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС)

Планируемые результаты освоения: код формируемой компетенции и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Формы текущего контроля (наименование оценочного сред- ства)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа, час	
		Лекции, час	Лаборатор- ные работы, час	Практиче- ские заня- тия, час		
	анизотропного превращения. Расчет полей остаточных напряжений и деформаций (ко-робления) деталей после закалки.					
	Практическая работа № 11 «Визуализация 3D-поверхностей отклика и компромиссная оптимизация структуры материалов»			2/0,5		Отчет по прак-тической рабо-те
	Самостоятельная работа				7/12	Самостоятель-ное изучение учебных материалов; Подготовка к практическим занятиям
ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2 ИПК-1.3	ТЕМА 10. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕС-ПЕЧЕНИЕ МЕТАЛЛОФИЗИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ И ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ПО ГОСТ 7.32. Содержание лекции: Инструментальные методы контроля макро- и микроструктуры, фазового состава и механических свойств материалов. Метрологические характеристики исследовательского оборудо-вания. Статистическая обработка результатов измерений: отбраковка промахов, проверка однородности дисперсий. Методология вали-дации расчетных моделей (CAE) по результа-там физического эксперимента с использо-ванием критериев Фишера и Стьюдента. Прави-ла структурирования и оформления отчетов о НИОКР по ГОСТ 7.32, актов внедрения и протоколов промышленных испытаний.	2/0,5				
	Практическая работа № 12 «Количественная валидация конечно-элементных моделей и оформление отчета по ГОСТ 7.32»			2/0,5		Отчет по прак-тической рабо-те
	Самостоятельная работа				7/12	Самостоятель-ное изучение учебных; Под-готовка к прак-тическим заня-тиям
	ИТОГО	20/6		24/8	73/121	

Примечание: -/- объем часов соответственно для очной, очно-заочной, заочной форм обучения

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Общие методические рекомендации по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

При проведении учебных занятий по дисциплине обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплины в форме курса, составленного на основе результатов научных исследований, проводимых университетом, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов **образовательных технологий**:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- электронное обучение;
- проблемное обучение;
- разбор конкретных ситуаций;
- информационные технологии: Google-документы

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов. В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля успеваемости. Максимальное количество баллов в семестре - 100.

4.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины на занятиях лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины. Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала.

Лекционные занятия проводятся в поточной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации или в ЭИОС университета.

В ходе лекционных занятий рекомендуется конспектирование учебного материала. Возможно ведение конспекта лекций в виде интеллект-карт.

Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения (конспектируются).

Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

4.3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа / на практических занятиях

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- обсуждение вопросов по учебному материалу дисциплины;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

Практические занятия организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

Самостоятельная работа студентов включает:

- изучение учебной литературы по курсу;
- работу с ресурсами Интернет;
- подготовка докладов
- подготовку к практическим (семинарским) занятиям;
- выполнение практических заданий;
- подготовку к промежуточной аттестации по курсу.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный учебный курс, созданный в ЭИОС университета <http://sdo.tolgas.ru/>

Самостоятельная работа обучающихся направлена на закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиска и приобретения новых знаний, а также выполнения учебных заданий, подготовки к предстоящим занятиям, текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Вся литература, включенная в данный перечень, представлена в виде электронных ресурсов в электронной библиотеке университета (ЭБС). Литература, используемая в печатном виде, представлена в научной библиотеке университета в объеме не менее 0,25 экземпляров на одного обучающегося.

Основная литература

1. Адашкин, А. М. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов : учеб. для бакалавров и магистров по направлениям подгот. 15.00.00 "Машиностроение" и 22.00.00 "Технология материалов" : в 2 кн. Кн. 1. Строение материалов и технология их производства / А. М. Адашкин, А. Н. Красновский, Т. В. Тарасова. - 2-е изд., испр. и доп. - Документ read. - Москва : ИНФРА-М, 2025. - 250 с. - (Высшее образование). - Тесты. - URL: <https://znanium.ru/read?id=461631> (дата обращения: 24.09.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-16-016430-4. - 978-5-16-108722-0. - Текст : электронный.

2. Адашкин, А. М. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов : учеб. для бакалавров и магистров по направлениям подгот. 15.00.00 "Машиностроение" и 22.00.00 "Технология материалов" : в 2 кн. Кн. 2. Технология изготовления заготовок и деталей / А. М. Адашкин, А. Н. Красновский, Т. В. Тарасова. - 2-е изд., испр. и доп. - Документ read. - Москва : ИНФРА-М, 2024. - 241 с. - (Высшее образование). - Тесты. - URL: <https://znanium.ru/read?id=437655> (дата обращения: 24.09.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-16-016430-4. - 978-5-16-108723-7. - Текст : электронный.

3. Гетьман, А. А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учеб. для вузов / А. А. Гетьман. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2025. - 491 с. : ил. - (Высшее образование). - URL: <https://reader.lanbook.com/book/441662> (дата обращения: 24.09.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-507-50509-8. - Текст : электронный.

4. Гетьман, А. А. Материалы для современных конструкций с искусственным интеллектом : учебник / А. А. Гетьман, В. А. Палеха, А. В. Васильева. - Изд. 3-е, стер. - Документ reader. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2023. - 289 с. - (Высшее образование). - URL:

<https://reader.lanbook.com/book/295949#2> (дата обращения: 24.09.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-507-46035-9. - Текст : электронный.

5. Должиков, В. П. Технологии наукоемких машиностроительных производств : учеб. пособие / В. П. Должиков. - Изд. 3-е, стер. - Документ Reader. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2024. - 301 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - URL: <https://reader.lanbook.com/book/426278> (дата обращения: 24.09.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-507-51646-9. - Текст : электронный.

6. Сапунов, С. В. Материаловедение : учеб. пособие по направлению подгот. "Менеджмент" (профиль "Произв. менеджмент") и по магист. программе "Упр. качеством и конкурентоспособностью" / С. В. Сапунов. - Изд. 3-е, испр. и доп. - Документ Reader. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2025. - 208 с. : ил. - Прил. - URL: <https://reader.lanbook.com/book/491399#4> (дата обращения: 24.09.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-6367-1. - Текст : электронный.

7. Сироткин, О. С. Основы современного материаловедения : учебник для студентов вузов в обл. техн. и технол. / О. С. Сироткин. - 2-е изд., испр. и доп. - Документ read. - Москва : ИНФРА-М, 2024. - 381 с. - (Высшее образование). - URL: <https://znanium.ru/read?id=448903> (дата обращения: 24.09.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-16-112031-6. - Текст : электронный.

Дополнительная литература

8. Балла, О. М. Технологическая подготовка производства для станков с чпу. Проектирование и изготовление специальных и специализированных фрез : учеб. пособие / О. М. Балла. - 2-е изд., стер. - Документ read. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2023. - 512 с. : ил. - URL: <https://reader.lanbook.com/book/288800#2> (дата обращения: 24.09.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-507-45843-1. - Текст : электронный.

9. Бобович, Б. Б. Полимерные конструкционные материалы (структура, свойства, применение) : учеб. пособие для вузов по специальности "Назем. трансп.-технол. средства" / Б. Б. Бобович. - Документ read. - Москва : ФОРУМ, 2019. - 398 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - Предм. указ. - URL: <https://znanium.com/read?id=368172> (дата обращения: 24.09.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-91134-911-0. - 978-5-16-009959-0. - Текст : электронный.

10. Волков, Г. М. Машиностроительные материалы нового поколения : учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. 15.03.01 "Машиностроение" (квалификация (степень) "бакалавр") / Г. М. Волков. - Документ read. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 319 с. - (Высшее образование - Бакалавриат). - Глоссарий. - URL: <https://znanium.ru/read?id=419911> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-16-012892-4. - 978-5-16-105525-0. - Текст : электронный.

11. Горохов, В. А. Материалы и их технологии : учеб. для вузов по направлениям подгот. 15.03.01 и 15.03.02 "Технология, оборудование и автоматизация машиностроения", "Автоматизир. технологии и производства", "Конструкт.-технол. обеспеч. машиностроит. пр-в" : в 2 ч. Ч. 1 / В. А. Горохов, Н. В. Беляков, А. Г. Схиртладзе ; под ред. В. А. Горохова. - Документ read. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 588 с. - (Высшее образование - Бакалавриат). - Слов. терминов. - URL: <https://znanium.com/read?id=399287> (дата обращения: 24.09.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-16-009531-8. - 978-5-16-100742-6. - Текст : электронный.

12. Материаловедение в машиностроении и промышленных технологиях : учеб.-справ. рук. / В. А. Струк, Л. С. Пинчук, Н. К. Мышкин [и др.]. - Долгопрудный : Интеллект, 2010. - 536 с. : ил., табл. - Предм. указ. - ISBN 978-5-91559-068-6 : 2486-00. - Текст : непосредственный.

13. Материаловедение в машиностроении. Учебник для академического бакалавриата : учеб. по направлениям подгот.: "Конструкт.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в", "Автоматизация технол. процессов и пр-в (отрасль машиностроение)" : [в 2 ч.]. Ч. 1 / А. М. Адаскин, В. Н. Климов, А. К. Онегина, Ю. Е. Седов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2017. - 258 с. : ил. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-534-00039-9. - 398406 : 570-90. - Текст : непосредственный.

14. Материаловедение в машиностроении. Учебник для академического бакалавриата : учеб. по направлениям подгот.: "Конструкт.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в", "Автоматизация технол. процессов и пр-в (отрасль машиностроение)" : [в 2 ч.]. Ч. 2 / А. М. Адаскин, В. Н. Климов, А. К. Онегина, Ю. Е. Седов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2017. - 291 с. : ил. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-534-00041-2. - 398407 : 625-90. - Текст : непосредственный.

15. Материаловедение и технология материалов : учеб. пособие для подгот. бакалавров техн. направлений / А. И. Батышев, А. А. Смолькин, К. А. Батышев [и др.] ; под ред. А. И. Батышева и А. А. Смолькина. - Документ read. - Москва : ИНФРА-М, 2024. - 288 с. : ил. - (Высшее образование). - URL: <https://znanium.ru/read?id=436942> (дата обращения: 24.09.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-16-004821-5. - 978-5-16-102745-5. - Текст : электронный.

5.2. Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы, интернет-ресурсы

1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт.- Москва, 2000. - URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 24.09.2025).- Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.- Текст: электронный.

2. КонсультантПлюс : справочная правовая система: сайт / ЗАО «КонсультантПлюс».- Москва, 1992. - URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 24.09.2025). - Текст : электронный.

3. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса: сайт / ФГБОУ ВО «ПВГУС».- Тольятти, 2010. - URL. : <http://elib.tolgas.ru> (дата обращения 24.09.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

4. Электронно-библиотечная система Znanium.com : сайт / ООО "ЗНАНИУМ".- Москва, 2011. - URL: <https://znanium.com/> (дата обращения 24.09.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

5. Электронно-библиотечная система Лань : сайт / ООО "ЭБС ЛАНЬ". - Москва, 2011. - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения 24.09.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

5.3. Программное обеспечение

Информационное обеспечение учебного процесса по дисциплине осуществляется с использованием следующего программного обеспечения (лицензионного и свободно распространяемого), в том числе отечественного производства:

№п/п	Наименование	Условия доступа
1	Microsoft Windows	из внутренней сети университета (лицензионный договор)
2	Microsoft Office	из внутренней сети университета (лицензионный договор)
3	Консультант Плюс	из внутренней сети университета (лицензионный договор)
4	СДО MOODLE	из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет (лицензионный договор)

6. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных учебным планом и рабочей программой дисциплины, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Занятия лекционного типа. Учебные аудитории для занятий лекционного типа укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (стационарные или переносные наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия (презентации по темам лекций), обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие данной программе дисциплины.

Занятия семинарского типа. Учебные аудитории для занятий семинарского типа укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (стационарные или переносные наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Промежуточная аттестация. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине используются компьютерные классы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета и/или учебные аудитории, укомплектованные мебелью и техническими средствами обучения.

Самостоятельная работа. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде университета. Для организации самостоятельной работы обучающихся используются:

- компьютерные классы университета;
- библиотека (медиазал), имеющая места для обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет.

Электронная информационно-образовательная среда университета (ЭИОС). Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) <http://sdo.tolgas.ru/> из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", как на территории университета, так и вне ее.

ЭИОС университета обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

В случае реализации образовательной программы с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий ЭИОС дополнительно обеспечивает:

- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения образовательной программы;
- проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействия посредством сети "Интернет".

7. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида, могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов. В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля успеваемости. Максимальное количество баллов в семестре - 100.

Шкала оценки результатов освоения дисциплины, сформированности результатов обучения

Форма проведения промежуточной аттестации	Шкалы оценки уровня сформированности результатов обучения		Шкала оценки уровня освоения дисциплины		
	Уровневая шкала оценки	100 балльная шкала, %	100 балльная шкала, %	5-балльная шкала, дифференцированная	недифференцированная

	компетенций			оценка/балл	оценка
Экзамен	допороговый	ниже 61	ниже 61	«неудовлетворительно» / 2	не зачтено
	пороговый	61-85,9	61-69,9	«удовлетворительно» / 3	зачтено
			70-85,9	«хорошо» / 4	зачтено
	повышенный	86-100	86-100	«отлично» / 5	зачтено

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии с набранными за семестр баллами (по накопительному рейтингу). Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

Результат обучения считается сформированным (повышенный уровень), если теоретическое содержание курса освоено полностью; при устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний, использует в ответе дополнительный материал; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий, качество их выполнения оценено числом баллов от 86 до 100, что соответствует повышенному уровню сформированности результатов обучения.

Результат обучения считается сформированным (пороговый уровень), если теоретическое содержание курса освоено полностью; при устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий, качество их выполнения оценено числом баллов от 61 до 85,9, что соответствует пороговому уровню сформированности результатов обучения.

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже 61, что соответствует допороговому уровню.

Формы текущего контроля успеваемости

Формы текущего контроля	Количество контрольных точек	Количество баллов за 1 контр. точку	Макс. возм. кол-во баллов
Отчет по темам лекционных занятий	10	3	30
Доклад	3	4	12
Отчет по практической работе	12	4	48
Творческий рейтинг (участие в конференциях, олимпиадах и т.п.) Дополнительные баллы за активное изучение дисциплины и др.	1	10	10
Итого по дисциплине			100 баллов

Система оценивания представлена в электронном учебном курсе по дисциплине <http://sdo.tolgas.ru/>.

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

8.2.1. Типовые задания к практическим занятиям

Практическая работа № 1. Проведение патентно-информационных исследований в области перспективных сталей и сплавов по ГОСТ Р 15.011-96

Цель работы: формирование практических навыков проведения системного патентного поиска в национальных и международных реестрах для обоснования мировой новизны разрабатываемых материалов.

Задание:

- Определить релевантные индексы Международной патентной классификации (МПК) по разделу C21 (Металлургия), C22 (Сплавы).
 - Сформировать поисковые предписания в базах данных ФИПС, Яндекс.Патенты и Espacenet.
 - Осуществить отбор патентов-аналогов, выделение прототипа и составление отчета о поиске.
- Форма отчетности: Экспресс-отчет о патентных исследованиях с заполненными формами регламента поиска.

Практическая работа № 2. Юридическое конструирование патентной формулы на новый состав конструкционного материала

Цель работы: Освоение правил составления формул изобретений на составы веществ для обеспечения надежной правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности.

Задание:

- Провести анализ химического состава и прочностных характеристик нового экономнолегированного сплава.
- Выделить существенные признаки прототипа.
- Сконструировать независимый пункт формулы патента на состав с указанием пределов концентрации элементов (в процентах по массе) и разделением на ограничительную и отличительную части.

Форма отчетности: Текст патентной формулы на состав материала, оформленный по правилам Роспатента.

Практическая работа № 3. Математическое моделирование влияния легирующих элементов на критические точки сталей

Цель работы: освоение расчетно-аналитических методов оценки влияния химического состава сталей на температурные интервалы фазовых превращений.

Задание:

- Использовать эмпирические уравнения связи Эндрюса и кубические сплайны в расчетной среде (MATLAB или Python/SciPy).
- Произвести расчет положений критических точек (Ac_1, Ac_3, M_s, M_f) в зависимости от массовой доли углерода, марганца, хрома, никеля и молибдена.

Форма отчетности: Расчетный скрипт (код) с графиками смещения критических точек и таблицей вычисленных температур.

Практическая работа № 4. Автоматизированная обработка результатов дюрометрического анализа и построение кривых прокаливаемости

Цель работы: формирование навыков автоматизированной обработки и статистического анализа массивов экспериментальных данных по замеру твердости сплавов.

Задание:

- Импорт числовых массивов замера твердости по Роквеллу (HRC) или Виккерсу (HV), полученных методом торцевой закалки образцов по ГОСТ 5657.
- Расчет точечных статистических характеристик выборки, отбраковка промахов по критерию Граббса.
- Построение сглаженных кривых прокаливаемости сталей.

Форма отчетности: Графические кривые прокаливаемости со статистическим протоколом очистки данных.

Практическая работа № 5. Конечно-элементное (CAE) моделирование температурных полей при закалке массивных деталей машин

Цель занятия: освоение методов конечно-элементного теплового анализа для прогнозирования скоростей охлаждения в различных сечениях деталей.

Задание:

- Импортировать 3D-модели массивного вала или плиты прессы в CAE-систему (ANSYS, APM Комплекс или аналог).
- Задать теплофизические свойства стали (теплоемкости, теплопроводности) как функций от температуры.
- Настроить граничные условия конвективного теплообмена с закалочной средой. Расчет нестационарного температурного поля.

Форма отчетности: Верификационный паспорт конечно-элементного теплового CAE-расчета с графиками охлаждения точек.

Практическая работа № 6. Расчет геометрических параметров и анизотропии свойств волокнистых композитов

Цель работы: изучение математического аппарата механики композиционных материалов и расчет упругих характеристик армированных структур.

Задание:

- Расчет продольного и поперечного модулей упругости волокнистого композиционного материала на основе уравнений правила смесей.
- Определение оптимальной объемной доли и угла пространственной ориентации непрерывных волокон (бор, углерод) для минимизации упругих деформаций под действием заданных эксплуатационных нагрузок.

Форма отчетности: Расчетный лист со спецификацией геометрических и механических параметров композитной структуры.

Практическая работа № 7. Инженерный расчет глубины и термических циклов лазерного поверхностного упрочнения

Цель работы: освоение инженерных методик расчета параметров высококонцентрированного энергетического воздействия на металлы для получения заданных глубин упрочнения.

Задание:

- Решить дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности для подвижного точечного (или полосового) источника тепла.
- Выполнить расчет максимальной температуры поверхности, скорости нагрева и охлаждения металла при лазерной закалке в зависимости от мощности лазера и скорости сканирования луча.

Форма отчетности: Расчетно-графическая схема распределения температур по глубине поверхностного слоя детали.

Практическая работа № 8. Проектирование DoE-матриц композиционного планирования второго порядка в DoE-модулях софта

Цель занятия: формирование практических навыков автоматизированной генерации планов многофакторного материаловедческого эксперимента.

Задание:

- Используя специализированные DoE-модули инженерного софта, задать натуральные диапазоны варьирования факторов процесса химико-термической обработки (например, температуры азотирования, времени выдержки, расхода газа).
- Сделать расчет величины звездного плеча (α) и генерация матрицы РЦКП второго порядка.

Форма отчетности: Компьютерный макет DoE-матрицы проведения экспериментов, очищенный от мультиколлинеарности.

Практическая работа № 9. Матричная реализация метода наименьших квадратов для расчета свойств сплавов

Цель занятия: отработка практических навыков программирования алгоритма МНК в матричной форме для автоматизации построения эмпирических моделей материалов.

Задание:

- Написать оригинальный программный скрипт, реализующий многомерное матричное уравнение МНК для вычисления коэффициентов полинома регрессии второго порядка.
- Построить модель зависимости предела текучести или ударной вязкости от режимов термообработки на основе очищенных данных параллельных опытов.

Форма отчетности: Листинг оригинального программного кода МНК с полученной математической моделью.

Практическая работа № 10. Программная верификация и отсеечение незначимых эффектов материаловедческой модели

Цель занятия: изучение автоматизированных алгоритмов оценки статистической значимости и адекватности нелинейных полиномиальных уравнений связи.

Задание:

- Сделать автоматический расчет доверительных интервалов для коэффициентов модели по t-критерию Стьюдента. Программирование модуля пошагового отсеечения статистически незначимых эффектов (эффектов взаимодействия факторов). Расчет дисперсии адекватности и проверка модели по F-критерию Фишера.

Форма отчетности: Программный код с выводом итогового верифицированного уравнения регрессии.

Практическая работа № 11. Визуализация 3D-поверхностей отклика и компромиссная оптимизация структуры материалов

Цель занятия: формирование навыков графической интерпретации многомерных полей данных и поиска оптимальных технологических режимов по поверхностям отклика.

Задание:

- Построение трехмерных 3D-поверхностей и двухмерных контурных карт изолиний по уравнениям, полученным на занятии 9.

- Визуальный анализ геометрии полей данных. Нахождение компромиссного технологического режима (например, максимизация твердости при ограничении на величину коробления детали) методами скаляризации критериев эффективности.

Форма отчетности: Графические карты поверхностей отклика и расчетный лист координат оптимального режима термообработки.

Практическая работа № 12. Количественная валидация конечно-элементных моделей и оформление отчета по ГОСТ 7.32

Цель занятия: закрепление навыков комплексного сопоставления результатов компьютерного моделирования (МКЭ) с очищенными экспериментальными данными.

Задание:

- Импорт кривых охлаждения из CAE-системы (занятие 11) и сопоставление их с экспериментальной кривой, полученной с термопар натурного стенда.

- Расчет среднеквадратической погрешности (RMSE) модели.

- Структурирование и оформление итогового фрагмента отчета о НИОКР в строгом соответствии с требованиями ГОСТ 7.32.

Форма отчетности: Оформленный по ГОСТ 7.32 научно-технический отчет с верификационным паспортом модели.

Темы докладов

1. Методология проведения патентных исследований по ГОСТ Р 15.011-96 при оценке мировой новизны новых марок конструкционных сталей и сплавов.
2. Критерии патентоспособности изобретений в области материаловедения: особенности доказывания изобретательского уровня для многокомпонентных металлических систем.
3. Юридическое конструирование формул изобретений на составы веществ с фиксацией граничных концентраций легирующих элементов.
4. Механизмы введения новых запатентованных способов термической и химико-термической обработки в гражданско-правовой оборот машиностроительного предприятия.
5. Сравнительный анализ условий заключения договоров отчуждения прав и лицензионных соглашений при трансфере технологий поверхностного упрочнения деталей машин.
6. Организационно-правовые аспекты введения режима ноу-хау для правовой защиты уникальных рецептур функциональных наноструктурированных покрытий.
7. Физическая природа и термодинамика фазовых превращений в экономнолегированных высокопрочных сталях и мартенситно-стареющих сталях.
8. Механизмы деформационного упрочнения и особенности формирования структуры в сталях с эффектами TRIP и TWIP при экстремальных эксплуатационных нагрузках.
9. Физико-химические основы технологий порошковой металлургии: влияние остаточной пористости на механические и триботехнические свойства деталей машин.
10. Физика структуры, фазовый состав и жаропрочные свойства перспективных интерметаллидных сплавов на основе алюминидов титана и никеля.
11. Влияние термических циклов и скоростей охлаждения в различных сечениях массивных литых заготовок на кинетику распада переохлажденного аустенита.
12. Механизмы контактного разрушения, трения и износа высоконагруженных узлов машин в условиях агрессивных технологических сред.
13. Теоретические основы проектирования и расчета упругих и прочностных характеристик металломатричных дисперсно-упрочненных композиционных материалов.
14. Методы направленного регулирования анизотропии свойств непрерывно-армированных волокнистых композитов на этапе конструирования элементов машин.

15. Физические принципы поверхностного упрочнения сталей с использованием высококонцентрированных источников энергии (лазерного и электронно-лучевого воздействия).

16. Кинетика формирования диффузионных слоев при ионно-плазменном азотировании, борировании и алитировании деталей тяжелого машиностроения.

17. Архитектура, физические свойства и механизмы блокирования трещин в многослойных наноструктурированных PVD и CVD покрытиях тугоплавких металлов.

18. Способы получения наноструктурированных конструкционных материалов методами интенсивной пластической деформации и контролируемой кристаллизации.

19. Применение методов математического планирования многофакторных экспериментов DoE для оптимизации режимов химико-термической обработки сплавов.

20. Разрешающая способность дробных реплик при отсеивании малозначимых факторов в задачах синтеза многокомпонентных порошковых материалов.

21. Применение центрального композиционного планирования второго порядка при аппроксимации существенно нелинейных зависимостей ударной вязкости сталей.

22. Математический аппарат метода наименьших квадратов в задачах построения эмпирических моделей взаимосвязи структуры и свойств материалов.

23. Постановка и численный расчет связанных термомеханических задач при моделировании процессов закалки массивных плит и валов прессового оборудования.

24. Численный расчет полей остаточных напряжений и прогнозирование величины коробления деталей машин после термического упрочнения в САЕ-системах.

25. Методология количественной оценки погрешностей и статистической валидации конечно-элементных тепловых моделей по результатам натурных измерительных стендов.

8.3. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен (по результатам накопительного рейтинга или в устно-письменной форме по экзаменационным билетам).

Перечень вопросов для подготовки к экзамену

№	Содержание вопроса
ПК-1 Способен разрабатывать планы и программы проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	
1.	Нормативно-правовая база Системы разработки и постановки продукции на производство (СРПП) применительно к материаловедческим проектам.
2.	Анализ требований стандартов ГОСТ 15.101 и ГОСТ 7.32 к структурированию планов и программ научно-исследовательских работ.
3.	Методология проведения системного патентного поиска по ГОСТ Р 15.011-96 в области составов конструкционных сталей и сплавов.
4.	Особенности использования Международной патентной классификации (МПК) для выявления мировых аналогов способов термообработки.
5.	Результаты интеллектуальной деятельности (РИД) в материаловедении: классификация объектов правовой охраны по Части IV ГК РФ.
6.	Условия патентоспособности изобретений на составы веществ: доказывание критериев мировой новизны и изобретательского уровня.
7.	Юридические правила конструирования патентной формулы на многокомпонентную металлическую систему (ограничительная и отличительная части).
8.	Правила фиксации граничных концентраций легирующих элементов в независимых пунктах патентной формулы на сплав.
9.	Патентование оригинальных способов термической и химико-термической обработки в качестве изобретений на способ.
10.	Правовой режим защиты результатов исследований методами коммерческой тайны (ноу-хау) как альтернатива открытому патентованию.
11.	Критерии выбора между патентной защитой технологии нанесения покрытий и введением режима конфиденциальности для исходных рецептов.
12.	Порядок инвентаризации, стоимостной оценки и постановки созданных материаловедческих патентов на баланс предприятия в качестве НМА.

13.	Экономико-правовые механизмы трансфера технологий и введения материаловедческих РИД в оборот машиностроительного завода.
14.	Физическая природа прочности, пластичности и трещиностойкости металлических систем с позиции дислокационной теории.
15.	Современные концепции легирования и структурообразования высокопрочных экономнолегированных и мартенситно-стареющих сталей.
16.	Термодинамика и кинетика фазовых превращений в сталях с эффектами TRIP и TWIP при экстремальных эксплуатационных нагрузках.
17.	Механизмы дисперсионного, твердорастворного и деформационного упрочнения в конструкционных материалах нового поколения.
18.	Физико-химические основы технологий порошковой металлургии: закономерности прессования и спекания многокомпонентных шихт.
19.	Влияние величины и топографии остаточной пористости порошковых деталей на их комплекс механических и служебных свойств.
20.	Физика структуры, фазовый состав и жаропрочные свойства интерметаллидных сплавов на основе алюминидов титана и никеля.
21.	Особенности эксплуатации жаростойких сплавов в узлах технологических машин, работающих при температурах свыше 1000 °С.
22.	Теоретические основы конструирования композиционных материалов (КМ) с металлической, полимерной и керамической матрицами.
23.	Механика взаимодействия на границе раздела фаз «матрица — волокно» в непрерывно-армированных волокнистых композитах.
24.	Методы направленного регулирования анизотропии механических свойств композиционных материалов на этапе проектирования элементов машин.
25.	Теория контактного разрушения, фрикционного взаимодействия и износа высоконагруженных узлов машин в агрессивных технологических средах.
26.	Физические принципы поверхностного упрочнения металлов с использованием лазерного, плазменного и электронно-лучевого воздействия.
27.	Особенности структурообразования в сплавах при сверхвысоких скоростях нагрева и охлаждения в зонах лазерного оплавления.
28.	Кинетика формирования диффузионных слоев при процессах ионно-плазменного азотирования, боротирования и алитирования сталей.
29.	Физика нанокристаллического состояния вещества: термодинамические особенности и аномалии физико-механических свойств наноматериалов.
30.	Способы получения наноструктурированных заготовок методами интенсивной пластической деформации (ИПД) и контролируемой кристаллизации.
31.	Архитектура и механизмы износостойкости многослойных наноструктурированных и градиентных тонкопленочных PVD и CVD покрытий.
32.	Роль барьерных слоев тугоплавких металлов (TiN, TiAlN, CrN) в блокировании развития микротрещин в поверхностном слое.
33.	Влияние параметров шероховатости и геометрии подложки на адгезионную прочность сцепления вакуумных покрытий с деталью машины.
34.	Термокинетические диаграммы анизотропного превращения аустенита как инструмент анализа прокаливаемости массивных заготовок.
35.	Физическая природа возникновения остаточных термических и структурных напряжений при закалке деталей сложной формы.
36.	Причины и механизмы развития деформаций коробления и трещинообразования в процессе термического упрочнения сплавов.
37.	Метрологические характеристики и правила выбора оборудования для неразрушающего контроля поверхностных дефектов деталей.
38.	Принципы действия, класс точности и метрологическая поверка современных оптических и электронных микроскопов.
39.	Профессиональные стандарты Минтруда РФ и Единый квалификационный справочник (ЕКС) для инженеров-исследователей и металлофизиков.
40.	Нормативные правила и этика академического письма при подготовке публикаций по результатам НИОКР в рецензируемых изданиях.
41.	Методы математического и алгоритмического описания процессов термической обработки как объектов многофакторного исследования.

42.	Классификация и кодирование физико-химических переменных в математической теории эксперимента DoE (Design of Experiments).
43.	Определение основного уровня факторов (центра плана) и расчет интервалов варьирования параметров термообработки.
44.	Перевод натуральных масштабов изменения технологических факторов в безразмерную кодированную систему координат.
45.	Полный факторный эксперимент (ПФЭ) типа (2^k) : геометрическая интерпретация, структура матриц и расчет числа опытов.
46.	Математический смысл свойства ортогональности матриц планирования DoE и его влияние на независимость расчета коэффициентов модели.
47.	Дробный факторный эксперимент (ДФЭ): определение генерирующих соотношений и правила смешивания главных эффектов.
48.	Анализ разрешающей способности дробных реплик при отсеивании малозначимых факторов в задачах синтеза порошковых материалов.
49.	Ограничения линейных моделей первого порядка при описании существенно нелинейных полей ударной вязкости и прочности сталей.
50.	Ортогональное центральное композиционное планирование (ОЦКП) второго порядка: геометрическая структура и назначение звездных точек.
51.	Рототабельное центральное композиционное планирование (РЦКП) второго порядка: математический расчет величины звездного плеча (α) .
52.	Свойства рототабельности планов DoE и их значение для обеспечения равной точности прогноза модели во всех направлениях от центра.
53.	Квазирототабельные планы Бокса — Бенкена: критерии экономической эффективности по числу опытов при жестких ограничениях.
54.	Процедура рандомизации последовательности опытов по таблицам случайных чисел для исключения временных трендов цеховых шумов.
55.	Применение методов математической статистики для первичного контроля качества и очистки массивов экспериментальных данных.
56.	Проверка выборок параллельных измерений твердости на наличие грубых промахов по критериям Граббса и Романовского.
57.	Проверка статистических гипотез об однородности дисперсий воспроизводимости опытов по критериям Кохрена и Бартлетта.
58.	Математическое обоснование многомерного метода наименьших квадратов (МНК) при построении регрессионных моделей сплавов.
59.	Матричная формулировка МНК и вычислительные проблемы инверсии плохо обусловленных (жестких) нормальных матриц регрессии.
60.	Применение аналитических и численных методов линеаризации нелинейных зависимостей материаловедческих параметров.
61.	Процедура оценки индивидуальной статистической значимости коэффициентов полинома по t-критерию Стьюдента.
62.	Алгоритмы пошагового отсеечения незначимых коэффициентов регрессии и правила пересчета регрессионной матрицы в софте.
63.	Определение дисперсии адекватности, остаточной дисперсии и расчет числа степеней свободы для многофакторных моделей.
64.	Проверка общей адекватности разработанных математических моделей свойств сплавов на основе F-критерия Фишера.
65.	Анализ структуры остатков регрессии как инструмент проверки условий применимости классического метода наименьших квадратов.
66.	Расчет и графическое построение доверительных интервалов и полос неопределенности для прогнозируемых величин отклика.
67.	Автоматизированное построение, визуализация и анализ геометрии трехмерных (3D) поверхностей отклика в инженерном софте.
68.	Методология построения двухмерных (2D) контурных карт изолиний для локализации экстремальных зон износостойкости материалов.
69.	Постановка задачи параметрической оптимизации структуры материалов: формирование целевой функции и системы ограничений.
70.	Математический аппарат многокритериальной оптимизации: Парето-эффективные множества и аналитические методы свертки критериев.

71.	Концепция суррогатного моделирования (Metamodeling) как инструмент снижения вычислительной емкости прямых численных расчетов.
72.	Математические основы кригинг-аппроксимации (Kriging) и радиально-базисных функций (RBF) при редукции размерности данных.
73.	Применение методов конечно-элементного анализа (МКЭ) при моделировании связанных термомеханических процессов закалки деталей.
74.	Постановка граничных условий конвективного теплообмена с охлаждающими средами при расчете нестационарных тепловых полей.
75.	Численный расчет скоростей охлаждения в различных сечениях массивных валов и плит прессового оборудования в CAE-системах.
76.	Компьютерное моделирование полей остаточных напряжений по Мизесу и прогнозирование деформаций коробления заготовок после закалки.
77.	Методология количественной оценки среднеквадратических погрешностей (RMSE) конечно-элементных тепловых моделей.
78.	Статистическая валидация результатов CAE-симуляций путем их сопоставления с данными натурных измерительных стендов.
79.	Требования государственных (ГОСТ Р) и международных стандартов (ISO) к точности и верификации численного моделирования.
80.	Порядок составления, метрологического рецензирования и защиты верификационных паспортов расчетных моделей материалов.