

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Выборнова Любовь Алексеевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 15.09.2025 10:05:04
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»)

УТВЕРЖДЕНО

на заседании Ученого совета

Высшей школы передовых производственных технологий

Протокол от 26.09.2025 г. № 1

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

(фонд оценочных средств) для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

«Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов»

наименование дисциплины

по образовательной программе высшего образования – программе

магистратуры

бакалавриата, специалитета, магистратуры

«Инжиниринг технологических инноваций»

наименование образовательной программы

15.04.02 «Технологические машины и оборудование»

шифр, наименование направления подготовки / специальности

Составитель

Воловач В.И.,
директор, Высшая школа передовых производственных технологий, д.т.н., доцент

ФИО, должность, структурное подразделение, ученая степень, ученое звание

Тольятти
2025

1. Паспорт фонда оценочных средств (далее – ФОС)

1.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикаторов достижения компетенции
ПК-1	Способен разрабатывать планы и программы проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок 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

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- Нормативно-техническую базу НИОКР: требования национальных стандартов Системы разработки и постановки 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 правила подбора исследовательского оборудования (металлографических микроскопов, рентгеновских дифрактометров, твердомеров) для программ комплексных испытаний.

уметь:

- 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.

владеть:

- Навыками разработки планово-программной документации: практическим опытом самостоятельного составления сквозных программ испытаний, локальных технических 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.

1.2. Содержание дисциплины

№	Тема (раздел дисциплины) (в соответствии с РПД)	Код компетенции
1	ТЕМА 1. Методология планирования материаловедческих исследований и патентный поиск по ГОСТ Р 15.011-96	ПК-1
2	ТЕМА 2. Правовая защита и коммерциализация материаловедческих результатов интеллектуальной деятельности	
3	ТЕМА 3. Физика структуры и фазовых превращений в перспективных высокопрочных сталях и сплавах.	
4	ТЕМА 4. Конструкционные порошковые материалы, интерметаллиды и жаропрочные сплавы	
5	ТЕМА 5. Дисперсно-упрочненные и волокнистые композиционные материалы в машиностроении	
6	ТЕМА 6. Передовые методы поверхностного модифицирования и высококонцентрированные потоки энергии.	
7	ТЕМА 7. Наноструктурированные материалы и функциональные тонкопленочные покрытия.	
8	ТЕМА 8. Математическое планирование многофакторного материаловедческого эксперимента.	
9	ТЕМА 9. Компьютерное моделирование (CAE) термомеханических полей и кинетики фазовых превращений.	
10	ТЕМА 10. Метрологическое обеспечение металлофизических испытаний и верификация моделей по ГОСТ 7.32.	

1.3. Система оценивания по дисциплине

Дисциплина изучается в течение одного семестра.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Шкала оценки уровня сформированности компетенций		Шкала оценки уровня освоения дисциплины	
Уровневая шкала оценки компетенций	100 балльная шкала, %	100 балльная шкала, %	недифференцированная оценка
Допороговый	ниже 61	ниже 61	неудовлетворительно
Пороговый	61-85,9	61-69,9	удовлетворительно
		70-85,9	хорошо
Повышенный	86-100	86-100	отлично

2. Перечень оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в ходе текущего контроля успеваемости (в процессе проведения практических занятий, тестирования, опросов).

В ходе проведения экзамена осуществляется итоговый контроль и оценка результатов освоения компетенций.

Вопросы 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 рецептур.
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 азо-

	тирования, бортирования 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 отсекаания 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.