



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

04.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЧУГУНЫ И СТАЛИ

Направление подготовки (специальность)
22.04.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы
Искусственный интеллект в металлургии

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материаловедения
Кафедра	Литейных процессов и материаловедения
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 22.04.02 Metallurgy (приказ Минобрнауки России от 24.04.2018 г. № 308)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

23.01.2025, протокол № 6

Зав. кафедрой

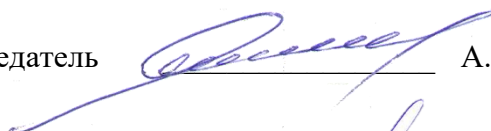


Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

04.02.2025 г. протокол № 4

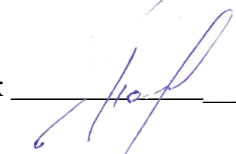
Председатель



А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЛПИМ, канд. техн. наук



Потапов М.Г.

Рецензент:

доцент кафедры ПЭиБЖД, канд. техн. наук



Перятинский А.Ю

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины «Специальные чугуны и стали» студентами магистратуры по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия», профиль «Литейное производство» является формирования знаний и компетенций в области рационального выбора специальных сталей и чугунов для заданных условий эксплуатации, разработки технологии и производства отливок и их термической обработки.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Специальные чугуны и стали входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Прикладная термодинамика и кинетика

Методология и методы научного исследования

Моделирование и оптимизация технологических процессов

Современные методы исследования материалов и процессов

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Организация научно-практических исследований

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Специальные чугуны и стали» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3 Способен разрабатывать и обосновывать предложения по совершенствованию технологических процессов и оборудования производства металлопродукции	
ПК-3.1	Знает: технологические процессы производства металлоизделий из различных материалов
ПК-3.2	Умеет: обосновать предложения по совершенствованию технологических процессов и оборудования производства металлоизделий из различных материалов
ПК-3.3	Имеет практический опыт: разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов производства металлоизделий, применяя компьютерное моделирование и цифровые технологии
ПК-4 Способен проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством и свойствами продукции	
ПК-4.1	Знает: современные методы исследования материалов и процессов; металловедческие основы технологических процессов производства изделий; современные конструкционные и инструментальные материалы; методы повышения качества продукции модифицированием их поверхности; технологические процессы, их влияние на качество продукции; технологические процессы, принципы их компьютерного моделирования и влияние на качество продукции; технологические процессы, принципы построения их цифровых двойников; автоматизированные технологические

	агрегаты прокатного производства
ПК-4.2	Умеет: проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством и свойствами продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование и цифровые технологии
ПК-4.3	Имеет практический опыт: анализа технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством и свойствами продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование; анализа технологических процессов для разработки требований к цифровому двойнику

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

контактная работа – 60,25 акад. часов;

аудиторная – 57 акад. часов;

внеаудиторная – 3,25 акад. часов;

самостоятельная работа – 84,05 акад. часов;

в форме практической подготовки – 0 акад. час;

подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Модуль/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1 КЛАССИФИКАЦИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СЛУЖЕБ. СВОЙСТВА И ПРОЦЕССОВ РЕГИСТРАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ РАБОТЫ	3	2	2	4	5,05	Изучение технической литературы из основного списка, чтение конспекта лекций	Устный опрос, вопросы 1-6	ПК-3.1, ПК-4.2, ПК-4.3
2 ОТЛИВКИ ИЗ ПОРОЗИОННОСТОЙКИХ СЛУЖЕБ		2	2	4	8	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос, вопросы 21-27 Защита практической работы №1	ПК-3.1, ПК-4.2, ПК-4.3
3 ОТЛИВКИ ИЗ ПОРОЗИОННОСТОЙКИХ СЛУЖЕБ		2	5	5	8	Изучение технической литературы из основного списка, чтение конспекта лекций	Устный опрос, вопросы 7-12	ПК-3.1, ПК-4.2, ПК-4.3

4 ОТЛИВКИ ИЗ АРОПРОЧНЫХ ЧУГУНОВ		2	6	4	12	Изучение технической литературы из основного списка, чтение конспекта лекций	Устный опрос, вопросы 28-33 Защита практической работы №2	ПК-3.1, ПК-4.2, ПК-4.3
5 ОТЛИВКИ ИЗ ВНОСОСТОЙКИХ ЧУГУНОВ		2	4	2	6	Изучение технической литературы из основного списка, чтение конспекта лекций	Устный опрос, вопросы 13-20. Защита практической работы №1	ПК-3.1, ПК-4.2, ПК-4.3

6 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК ИЗ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЧУГУНОВ		2			12	Изучение технической литературы из основного списка, чтение конспекта лекций	Защита практической работы №2	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
7 КЛАССИФИКАЦИЯ СПЕЦ.СТАЛЕЙ. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ИХ ЛЕГИРОВАНИЯ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ		2			12	Изучение технической литературы из основного списка, чтение конспекта лекций	Устный опрос, вопросы 39-43	ПК-3.1, ПК-4.2, ПК-4.3
8 ВЫБОР МАРКИ СТАЛИ. ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ И МОДИФИЦИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА СВОЙСТВА СПЕЦ. СТАЛИ.	3	2			10	Изучение технической литературы из основного списка, чтение конспекта лекций	Устный опрос, вопросы 44-48	ПК-3.1, ПК-4.2, ПК-4.3
9 ОСОБЕННОСТИ ВЫПЛАВКИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЧУГУНОВ И СТАЛЕЙ. ВЫБОР ПЛАВИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЫ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ.		3			11	Изучение технической литературы из основного списка, чтение конспекта лекций	Контрольная работа.	ПК-3.1, ПК-4.2, ПК-4.3
Итого по разделу		19	19	19	84,05			
Итого за семестр		19	19	19	84,05		экзамен	
Итого по дисциплине		19	19	19	84,05		экзамен	

5 Образовательные технологии

В процессе реализации дисциплины «Специальные чугуны и стали» используются следующие образовательные технологии:

- традиционные образовательные технологии (информационная лекция, семинар);
- технологии проблемного обучения (проблемная лекция);
- интерактивные технологии (лекция-беседа, семинар-дискуссия);
- информационно-коммуникативные образовательные технологии (лекция-визуализация, семинар-презентация).

На занятиях целесообразно использовать технологию коллективного взаимообучения, совмещая ее с технологией модульного обучения. При этом необходимо повышать познавательную активность студентов, организуя самостоятельную работу как исследовательскую творческую деятельность.

Следует использовать комплекс инновационных методов активного обучения, включающий в себя:

- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем и без него;
- самостоятельную поисковую деятельность в решении проблем, направляемую преподавателем;
- самостоятельное решение проблем студентами под контролем преподавателя.

Реализация инновационных методов обучения возможна с использованием следующих приемов:

- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем;
- демонстрация разных подходов к решению конкретной проблемы;
- анализ полученных результатов и отыскание границ их применимости и др.

При проведении заключительного контроля необходимо выявить степень правильности, объема, глубины знаний, умений, навыков, полученных при изучении курса наряду с выявлением степени самостоятельности в применении полученных знаний.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) **а) Основная литература:**

1. Отливки из специальных чугунов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Валерий Михайлович Колокольников, Михаил Геннадьевич Потапов. Ирина Владимировна Михалкина : ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». - Изд. 3-е. перераб. - Электрон, текстовые дан. 3,07 Мб). - Магнитогорск : ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2022. - 1 электрон, опт. диск (CD-R). - Систем. требования : IBM PC. любой, более 1 GHz : 512 Мб RAM : 10 Мб HDD ; MS Windows XP и выше : Adobe Reader 8.0 и выше : CD DVD- ROM дисковод : мышь. - Загл. с титул. экрана. ISBN 978-5-9967-23 68-3

2. Основы металлургического производства : учебник / В. А. Бигеев, К. Н. Вдовин, В. М. Колокольников [и др.] ; под общей редакцией В. М. Колокольцева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-4960-6. —

Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129223> (дата обращения: 20.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Белов, В. Д. Литейное производство : учебник / В. Д. Белов ; под редакцией В. Д. Белова. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : МИСИС, 2015. — 487 с. — ISBN 978-5-87623-892-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116953> (дата обращения: 18.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Тюняев, А. В. Основы конструирования деталей машин. Литые детали : учебное пособие / А. В. Тюняев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1513-7. — Текст : электронный // Лань : электронно -библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/30429> (дата обращения: 18.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Изучение микроструктуры, основных механических и специальных свойств легированных чугунов. Выявление их взаимосвязи. Метод. указания к практической работе по дисциплине «Специальные чугуны» для студентов всех форм обучения направления 22.04.02.- Магнитогорск: ФГБОУ ВО МГТУ, 2020. -16 с

2. Изучение микроструктуры, основных механических и специальных свойств легированных литейных сталей чугунов. Выявление их взаимосвязи. Метод. указания к практической работе по дисциплине «Специальные чугуны» для студентов всех форм обучения направления 22.04.02.- Магнитогорск: ФГБОУ ВО МГТУ, 2020. -16 с

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Программное обеспечение для анализа микроструктуры поверхности твердых тел	К-76-14 от 17.11.2014	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Российская Государственная библиотека. КATALOGИ	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	https://www.nature.com/siteindex

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для проведения лабораторных «Литейная лаборатория» оснащена лабораторным оборудованием:
Лабораторное оборудование:
 1. Плавильные печи.
 2. Термические печи.
 3. Лаборатория контроля качества формовочной смеси.
 4. Твердомеры.
 5. Приборы для испытания образцов на износостойкость.
 6. Микроскоп.
 7. Шлифовальные машины.
 8. Фрезерный станок с числовым программным обеспечением.
 9. Дробилки.
 10. Центробежная машина литья.
 11. Вакуумная литейная установка.
 12. специализированной мебелью.
5. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
6. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
 - инструментами для ремонта учебного оборудования;
 - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Специальные чугуны и стали» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает обсуждение на занятиях материала, изложенного в лекционном типе, презентацию и визуализацию материала, который студенты подготовили самостоятельно, а также написание эссе по пройденным темам.

Примерный перечень тем для лабораторных занятий в интерактивной форме:

- 1) Сформулируете производственную проблему по технологической стойкости отливок листопрокатных и сортопрокатных валков из легированных чугунов или сталей;
- 2) Проведите литературно-патентный поиск составов аналогов и прототипов применяемых сталей и чугунов для изготовления литых листопрокатных и сортопрокатных валков;
- 3) Проведите анализ применяемых технологий изготовления выбранных литых листопрокатных и сортопрокатных валков группового проекта;
- 4) Предложите и обоснуйте свой состав стали или чугуна и технологию выплавки и литейной формы;
- 5) Предложите режимы термической обработки литых листопрокатных и сортопрокатных валков из выбранного состава спец. чугуна или спец. стали;
- 6) Подготовьте презентацию.

Методические рекомендации по подготовке презентаций

Каждую презентацию выполняют группа студентов.

Обязательные структурные элементы презентации:

- Титульный лист.
- После титульного листа на отдельном слайде следует план-содержание, в котором указаны названия всех разделов (пунктов плана) презентации.
- После плана-содержания следует вводная часть. Объем вводной части составляет 1-2 слайда.
- Основная часть презентации может иметь один или несколько разделов и предполагает осмысленное и логичное изложение главных положений и идей, содержащихся в изученной литературе. В презентации рекомендуются ссылки на первоисточники. В том случае если цитируется или используется чья-либо неординарная мысль, идея, вывод, приводится какой-либо цифрой материал, таблицу – обязательно сделайте ссылку на того автора у кого вы взяли данный материал.
- Заключение содержит главные выводы, и итоги из текста основной части, в нем отмечается, как выполнены задачи и достигнуты ли цели, сформулированные в вводной части.
- Презентация может включать графики, таблицы, расчеты.
- Библиография (список литературы) здесь указывается реально использованная для подготовки презентации литература.

Этапы работы над презентацией:

Работу над презентацией можно условно подразделить на три этапа:

1. Подготовительный этап, включающий изучение предмета исследования.

2. Изложение результатов изучения в виде презентации.
3. Устное представление презентации по теме исследования.

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-3: Способен разрабатывать и обосновывать предложения по совершенствованию технологических процессов и оборудования прокатного производства		
ПК-3.1	Знает: технологические процессы и оборудование прокатного производства, их влияние на качество металлопродукции; технологические процессы и оборудование литейно-прокатных агрегатов; принципы их автоматизации	Вопросы, входящие в перечень для сдачи ЭКЗАМЕНА: 1. Общая характеристика сплавов: основные определения. 2. Возникновение и история развития сплавов. 3. Характеристика компонентов сплавов. 4. Классификация химических элементов. 5. Некоторые свойства элементов. 6. Стоимость элементов. 7. Диаграммы состояния. 8. Элементы и классификация двойных диаграмм состояния. 9. Равновесная и квазиравновесная кристаллизация сплавов. 10. Химическая микро-неоднородность сплавов. 11. Неравновесные процессы структурообразования. 12. Тройные и более сложные диаграммы состояния. 13. Факторы, влияющие на свойства литейных сплавов. 14. Основные свойства сплавов. 15. Физические свойства сплавов. 16. Механические свойства сплавов. 17. Технологические свойства сплавов. 18. Специальные свойства сплавов. 19. Техничко-экономические свойства сплавов. 20. Классификация литейных сплавов. 21. Выбор основы сплава. 22. Состав сплава - диаграмма состояния – свойство. 23. Выбор рядов легирующих, модифицирующих элементов. 24. Определение вредных примесей. 25. Компоненты сплавов. 26. Современные тенденции развития сплавов

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		27. . Особенности нормализации отливок из специальных чугунов. 28. Марки жаростойких алюминиевых чугунов, их структура, основные свойства, область применения. 29. Дефекты отливок из алюминиевых чугунов. 30. Влияние типа и морфологии карбидов на износостойкость. 31. Влияние ванадия, титана, молибдена на износостойкость. 32. Влияние хрома на жаростойкость. 33. Особенности процесса улучшения отливок из специальных чугунов. 34. Влияние хроманаи зносостойкость. 35. Влияние легирующих элементов и технологических факторов на коррозионную стойкость. 36. Особенности формирования структуры отливок из алюминиевых жаростойких чугунов. 37. Классификация износостойких чугунов по химическому составу и структуре. 38. Технологические основы изготовления отливок из алюминиевых чугунов. 39. Влияние металлической основы на абразивную износостойкость чугунов. 40. Влияние кремния, марганца, никеля на износостойкость. 41. Распределение легирующих элементов в структуре специальных чугунов. 42. Влияние бора, сурьмы, кальция на износостойкость. 43. Особенности первичного аустенита легированных чугунов. 44. Марки кремнистых коррозионностойких чугунов, их структура, основные свойства, области применения. 45. Особенности легирования специальных чугунов. 46. Легирование хромистых коррозионностойких чугунов. 47. Отливки из высоконикелевых коррозионностойких чугунов. 48. Особенности жидкого состояния при выплавке специальных чугунов. 49. Металлургические основы изготовления отливок из хромистых жаростойких чугунов. 50. Роль высокоуглеродистых фаз в

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		формировании структуры и свойств специальных чугунов. 51. Марки жаростойких хромистых чугунов, их структура, основные свойства, область применения. 52. Изотермическая закалка отливок из специальных чугунов. 53. Особенности процессов термической обработки отливок из специальных чугунов. 54. Роль первичной структуры в формировании свойств отливок из специальных чугунов. 55. Основные виды и сущность процессов коррозии чугунных отливок. 56. Общая характеристика отливок из жаростойких чугунов. 57. Металлургические основы изготовления отливок из кремнистых коррозионностойких чугунов. 58. Влияние химического состава на структуру и свойства высококремнистых коррозионностойких чугунов. 59. Классификация специальных чугунов. 60. Марки антифрикционных чугунов, их основные свойства, области применения. 61. Чугуны для отливки валков. 62. Литейные свойства специальных чугунов. 63. Особенности технологии формы в зависимости от свойств специальных чугунов. 64. Механическая обработка отливок из специальных чугунов 65. Инструментальные стали 66. Классификация литейных сталей. 67. Закономерности формирования литой структуры стали 68. Жаростойкость. 69. Общие литейные свойства стали 70. Медистые стали 71. Усадка стали 72. Износостойкость 73. Заливка отливок из спец стали. 74. Влияние химических элементов на усадку 75. Показатели качества стальных отливок 76. Инструментальные стали 77. Технологические особенности выплавки в индукционных печах 78. Технологические особенности выплавки в электродуговых печах

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		79. Основные экологические проблемы при производстве стальных отливок 80. Влияние химических элементов на усадку 81. Показатели качества стальных отливок 82. Инструментальные стали 83. Технологические особенности выплавки в индукционных печах 84. Технологические особенности выплавки в электродуговых печах 85. Основные экологические проблемы при производстве стальных отливок
ПК-4: Способен проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции		
ПК-4.2	Умеет: проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование и цифровые технологии	Пример практического задания на экзамен: Определить рациональные механические и специальные свойства отливки, которая работает при температуре 700 °С в условиях абразивного износа. Предложить основу сплава для изготовления данной отливки. Предложить легирующие и модифицирующие компоненты сплава. Рассчитать шихту Выбрать плавильный агрегат. Разработать технологию выплавки и литейной формы Разработать и смоделировать технологию термической обработки отливок. (используя программу LVMFLOW)
ПК-4.3	Имеет практический опыт: анализа технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование; анализа	Пример практического задания на экзамен: 1. Определить рациональные механические и специальные свойства отливки, которая работает при температуре 350 0С в условиях непрерывного скольжения. 2. Предложить основу сплава для изготовления данной отливки. 3. Предложить легирующие и модифицирующие компоненты сплава.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	технологических процессов для разработки требований к цифровому двойнику	4. Рассчитать шихту. (используя программу LVMFLOW)