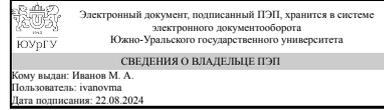


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт

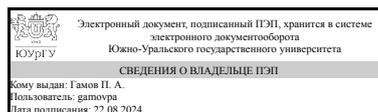


М. А. Иванов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

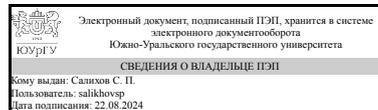
дисциплины 2.1.4.1 Специальная дисциплина  
для научной специальности 2.6.2 Metallургия черных, цветных и редких металлов  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Пирометаллургические и литейные технологии

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



П. А. Гамов

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



С. П. Салихов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Предмет ставит целью представить состояние теории и современные проблемы по ряду основных научных направлений материаловедения и металлургии и те возможные достижения, которые можно ожидать по ним.

## Краткое содержание дисциплины

Проблемы полиморфных и фазовых превращений в металлах. Водород в стали. Современные тенденции развития металлургии. Глобальные проблемы существующей технологической схемы производства металлов и возможные пути их решения. Развитие теоретической базы восстановительных и сталеплавильных процессов.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

**Знать:**

**Уметь:**

**Владеть:**

## 3. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина относится к Образовательному компоненту программы аспирантуры.

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		7
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	36	36
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	36	36
Подготовка к экзамену	16	16
Работа с научными журналами. Обзор современных теорий и технологий производства черных, цветных и редких металлов.	20	20
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах
-----------	----------------------------------	---

		Всего	Л	ПЗ
1	Проблемы полиморфных и фазовых превращений в металлах	6	6	0
2	Аморфные сплавы	6	6	0
3	Водород в стали	6	6	0
4	Современные тенденции развития металлургии	6	6	0
5	Глобальные проблемы существующей технологической схемы производства металлов и возможные пути их решения.	6	6	0
6	Развитие теоретической базы восстановительных и сталеплавильных процессов	6	6	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Принцип устойчивости атомной структуры. Полиморфные (фазовые) превращения. Примеры. Термодинамика, влияние давления и магнитных полей и т.п. Кинетика фазовых переходов. Уравнение Колмогорова. Скорость роста фазы при превращении. Термодинамика зарождения. Гомогенное и гетерогенное зарождение. Понятие об С-образной (ТТТ) диаграмме фазового превращения, включая кристаллизацию.	6
2	2	Принципы получения аморфных сплавов. Особенности нормальных и мартенситных переходов. Эффекты сверхбыстрого охлаждения.	6
3	3	Растворимость водорода в железе в жидком и твёрдом состоянии. Роль влажности воздуха при выплавке стали. Образование флокенов в сталях и методы его предупреждения.	6
4	4	Экономические, экологические и социальные предпосылки изменения структуры металлургического производства. Интегрированные предприятия, мини- и микроразработки. Современная структура сталеплавильного производства. Перспективные направления совершенствования металлургического производства.	6
5	5	Проблемы сырьевой базы металлургии. Запасы минерального сырья для производства металлов. Проблемы обеспечения производства чёрных металлов коксом. Качество руд для производства чёрных металлов. Вовлечение в производство комплексных, бедных и некондиционных железосодержащих руд. Объёмы добычи и переработки минерального сырья. Эффективность извлечения металлов из руд. Эффективность использования металлов. Повышение эффективности существующих технологических процессов производства и переработки металлов.	6
6	6	Основные восстановительные технологии. Проблемы теории восстановительных процессов. Необходимость и неизбежность создания альтернативных процессов восстановления металлов. Возможные направления развития теории безуглеродного восстановления металлов.	4
7	6	Кинетика современных сталеплавильных процессов. Равновесная и неравновесная термодинамика применительно к процессам в сталеплавильной ванне. Азотсодержащая сталь. Неравновесная кристаллизация. Теоретические предпосылки отвердевания металлов без кристаллизации. Разработка технологических процессов, основанных на закалке жидкого состояния.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

### 5.3. Самостоятельная работа аспиранта

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Работа с научными журналами. Обзор современных теорий и технологий производства черных, цветных и редких металлов.	Работа с базами ринц, Scopus и WoS	20
Подготовка к экзамену	1. Рошин, В.Е. Основы производства нанокристаллических и аморфных металлов: учебное пособие для вузов / В.Е.Рошин, А.В.Рошин. — Челябинск: ЮУрГУ, 2009. — 167 с. 2. Рошин, В.Е. Разливка и кристаллизация стали: учебное пособие для вузов / В.Е.Рошин, А.В.Рошин. — Челябинск: ЮУрГУ, 2008. — 160 с. 3. Рошин, В.Е. Дефекты стальных слитков и заготовок: учебное пособие для вузов / В.Е.Рошин, А.В.Рошин. — Челябинск: ЮУрГУ, 2008. — 281 с. 4. Рошин, В.Е. Физические основы плавления и отвердевания металлов: конспект лекций / В.Е.Рошин, А.В.Рошин. — Челябинск: ЮУрГУ, 2005. — 129 с. 5. Мирзаев, Д.А. Физические основы прочности: учебное пособие. Ч. I / Д.А.Мирзаев. Челябинск: ЮУрГУ, 2000. — 143 с.	16

### 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Мультимедийная презентация	Лекции	Современные металлургические технологии, их фундаментальная база	16

### Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Использование методов, основанных на изучении практики	Анализ проблем производства черных металлов в современных условиях

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

### 7. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

## 7.1. Паспорт оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы		Экзамен	1-20
Все разделы		Экзамен	20-40
Все разделы		Экзамен	40-60
Все разделы		Экзамен	1-90
Все разделы		Экзамен	1-90
Все разделы		Экзамен	1-90
Все разделы		Экзамен	1-90
Все разделы		Экзамен	60-90
Все разделы		Экзамен	25-45
Все разделы		Экзамен	22-44
Все разделы		Экзамен	1-90
Все разделы		Экзамен	28-50

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Экзамен	Письменный экзамен по билетам, состоящим из 3 вопросов, с последующим обсуждением ответов	Отлично: За 3 правильных ответа с небольшими ошибками Хорошо: : за 2 правильных ответа и 1 правильный с грубыми ошибками Удовлетворительно: за 2 правильных ответа с небольшими ошибками и 1 неправильный ответ Неудовлетворительно: за 2 или 3 неправильных ответа, или за 3 неправильных ответа с грубыми ошибками

## 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Экзамен	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Строение вещества</li> <li>2. Основы теории твердого тела.</li> <li>3. Кристаллическая структура простых и сложных оксидных фаз.</li> <li>4. Дефектность структуры кристаллов и ее влияние на физико-химические характеристики веществ.</li> <li>5. Влияние основных компонентов металлического расплава на свойства стали.</li> <li>6. Генезис свойств металла.</li> <li>7. Термодинамическая система и термодинамические параметры</li> <li>8. Функции состояния.</li> <li>9. Термодинамическое равновесие.</li> <li>10. Законы термодинамики.</li> <li>11. Термодинамические потенциалы (внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, изобарно-изотермический и изохорно-изотермический потенциал).</li> <li>12. Термодинамика сплавов.</li> <li>13. Идеальные и реальные растворы.</li> <li>14. Термодинамическая активность (выбор стандартного состояния, методы определения, применение).</li> <li>15. Расчеты равновесия в растворах.</li> </ol>

16. Фазовые переходы.
17. Диаграммы фазового равновесия двухкомпонентных систем.
18. Диаграммы состояний Me-O, Me-S.
19. Образование новых фаз.
20. Растворы газов в металлах.
21. Термодинамика поверхностных явлений.
22. Поверхностное натяжение, методы его определения.
23. Связь между поверхностным натяжением и адсорбцией.
24. Кинетика металлургических реакций
25. Общая характеристика гетерогенных металлургических реакций.
26. Определение важнейших кинетических характеристик: порядка реакции, энергии активации, предэкспоненциального множителя.
27. Признаки лимитирующих стадий.
28. Понятие катализа.
29. Термодинамика необратимых процессов.
30. Строение и свойства жидких металлов
31. Жидкое состояние как промежуточное между твердым и газообразным.
32. Ближний и дальний порядок.
33. Близость свойств жидких металлов при небольших перегревах над линией ликвидус к свойствам металлов в твердом состоянии.
34. Термодинамика процессов плавления и кристаллизации.
35. Строение жидких шлаков
36. Теории строения шлаков.
37. Химические и физические свойства шлаков.
38. Основность и способы ее выражения.
39. Понятие емкостей шлаков.
40. Способы расчета активности в шлаковых системах.
41. Поверхностная энергия простых и сложных оксидных расплавов.
42. Поверхностно-активные компоненты.
43. Структуры кремнекислородных и других сложных анионов в зависимости от основных расплавов.
44. Твердофазные процессы
45. Общее понятие о твердофазных процессах и их роли в металлургических технологиях.
46. Точечные дефекты твердых тел.
47. Механизм и термодинамика образования точечных дефектов.
48. Нестехиометрия кристаллов.
49. Твердые растворы металлов и оксидов, изоморфные примеси.
50. Диффузия в твердых телах.
51. Температурная зависимость коэффициентов диффузии.
52. Диффузия как одна из стадий твердофазных процессов.
53. Твердофазные химические реакции, их классификация.
54. Методы расчета конечного состояния.
55. Экспериментальные методы изучения твердофазных процессов.
56. Кинетика процессов в твердых телах.
57. Образование и рост гомогенных зародышей.
58. Модель Колмогорова — Авраами — Ерофеева.
59. Кинетика гетерогенного зарождения, модель Мак-Кевана.
60. Диффузионно-кинетический режим роста фазы.
61. Уравнение изотермической кинетики, модель Яндера.
62. Реакции в твердых телах при взаимодействии с внешней средой.
63. Многозвенные процессы. Способы описания.
64. Твердое тело в контакте с жидкостью или газом.
65. Общая теория окислительно-восстановительных реакций в твердом теле.
66. Модели Вагнера.
67. Ферритообразование в металлургических процессах.

<p>68. Низкотемпературные превращения в системе Fe—O.</p> <p>69. Образование сложных алюмосиликатов, аморфные твердые тела.</p> <p>70. Основы теории спекания.</p> <p>71. Основные механизмы твердофазного спекания.</p> <p>72. Особенности спекания эвтектических систем.</p> <p>73. Особенности жидкофазного спекания.</p> <p>74. Механизм растворения-осаждения, диффузия в жидкой фазе.</p> <p>75. Основы процессов восстановления</p> <p>76. Структура и свойства оксидов черных, цветных и редких металлов.</p> <p>77. Термодинамика восстановления оксидов.</p> <p>78. Особенности восстановления монооксидом углерода, водородом и твердым углеродом.</p> <p>79. Реакция газификации углерода и ее влияние на восстановительные процессы.</p> <p>80. Особенности восстановления элементов из сложных соединений и растворов.</p> <p>81. Механизм и кинетика процессов восстановления. Лимитирующая стадия процесса.</p> <p>82. Внешняя диффузия газа. Адсорбция. Диффузия газа в порах куска. Диффузия газа через слой продукта восстановления.</p> <p>83. Химическое взаимодействие. Зародышеобразование. Режимы процесса восстановления. Критерии режимов. Математические модели процесса восстановления кускового материала газом.</p> <p>84. Особенности восстановления газом расплава.</p> <p>85. Кинетика восстановления твердого материала и расплава твердым восстановителем.</p> <p>86. Металлотермия.</p> <p>87. Влияние различных факторов на скорость восстановления.</p> <p>88. Науглероживание элементов</p> <p>89. Диаграммы состояния Me—C. Активность углерода в науглероженном металле. Стадии науглероживания.</p> <p>90. Процессы взаимодействия в системах металл—итак</p>
---

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Роцин, В. Е. Основы производства нанокристаллических и аморфных металлов Текст учеб. пособие для вузов по направлению "Металлургия" В. Е. Роцин, А. В. Роцин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пирометаллургические процессы ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2009. - 166, [2] с. ил.
2. Роцин, В. Е. Разливка и кристаллизация стали Текст учеб. пособие для вузов по направлению "Металлургия" В. Е. Роцин, А. В. Роцин ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 158, [1] с. ил.
3. Роцин, В. Е. Физические основы плавления и отвердевания металлов Текст учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. 550500 (150100.62) и 651300 (150101.65) - "Металлургия" В. Е. Роцин, А. В. Роцин ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 128, [1] с. ил.
4. Мирзаев, Д. А. Физические основы прочности Ч. 1 Учеб. пособие Д. А. Мирзаев; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и физика твердого тела; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и физика твердого тела ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2000. - 141,[1] с. ил.

5. Мирзаев, Д. А. Физические основы прочности Ч. 2 Учеб. пособие Д. А. Мирзаев, К. Ю. Окишев; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и физика твердого тела; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и физика твердого тела; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2004. - 131, [1] с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Горелик, С. С. Материаловедение полупроводников и диэлектриков Текст учеб. для вузов по направлению "Материаловедение и технология новых материалов" и "Материаловедение, технологии материалов и покрытий" С. С. Горелик, М. Я. Дашевский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: МИСИС, 2003. - 480 с. ил.

2. Шульгинов, А. А. Физика твердого тела Учеб. пособие для выполнения лаб. работ А. А. Шульгинов; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Общ. и эксперимент. физика; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005. - 59, [1] с. ил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. 1. Реферативные журналы "Металлургия"
2. 2. Заводская лаборатория
3. 3. Известия вузов. Серии Черная металлургия, металлургия
4. 4. Цветная металлургия
5. 5. Металловедение и термическая обработка металлов
6. 6. Металлург
7. 7. Порошковая металлургия
8. 8. Сталь
9. 9. Физика металлов и металловедения
10. 10. Теплоэнергетика
11. 11. Стандарты и качество
12. 12. Надежность и контроль качества
13. 13. Acta Materialia
14. 14. Metallurgical and Materials Transactions

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Теоретические основы процессов производства черных, цветных и редких металлов. Рощин В.Е.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Теоретические основы процессов производства черных, цветных и редких металлов. Рощин В.Е.

**Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная	Рощин, В. Е. Физика пирометаллургических процессов : учебник / В. Е. Рощин, А. В. Рощин. — Вологда : Инфра-

	система издательства Лань	Инженерия, 2021. — 304 с. — ISBN 978-5-9729-0701-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/192479">https://e.lanbook.com/book/192479</a> (дата обращения: 09.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
--	---------------------------------	--

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Самостоятельная работа студента	115 (1)	мультимедийный комплекс
Экзамен	115 (1)	мультимедийный комплекс
Лекции	115 (1)	мультимедийный комплекс