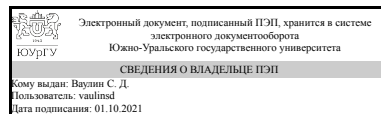


УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт



С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины П.1.В.06.01 Проблемы и перспективы металлургии чёрных, цветных и редких металлов

для направления 22.06.01 Технологии материалов

уровень аспирант тип программы

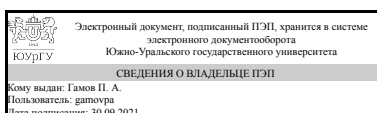
направленность программы

форма обучения очная

кафедра-разработчик Пирометаллургические и литейные технологии

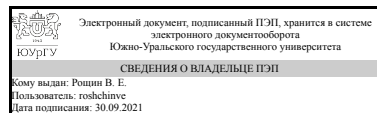
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов, утверждённым приказом Минобрнауки от 29.07.2014 № 888

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



П. А. Гамов

Разработчик программы,
д.техн.н., проф., профессор



В. Е. Рошин

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - это систематизация знаний, приобретённых при изучении естественно-научных, общепрофессиональных и специальных дисциплин применительно к оценке роли металлургии как отрасли производства и как науки о металлах. Задачами курса являются критический анализ современного состояния металлургического производства, рассмотрение возможных направлений его развития на базе новых достижений наук о структуре материи и превращениях вещества.

Краткое содержание дисциплины

Исторический процесс развития представлений о металлах. Соотношение практического опыта металлургии и теории превращения вещества. Донаучный период развития металлургии. Практика металлургии – одна из основных причин зарождения и развития алхимии, научных методов химии и физики описания превращений вещества. Появление и развитие молекулярной физики, её многочисленных разделов и последующее формирование из них самостоятельных наук. Современное состояние науки о материи, веществе и превращениях вещества. Атомная и ядерная физика, физика элементарных частиц. Теория относительности и квантовая механика. Стандартная модель Вселенной. Материя и антиматерия. Представления о возникновении и эволюции Вселенной. Астрофизика о происхождение ядер тяжелых элементов и металлов. Современные представления о металлическом состоянии вещества. Формирование Земли, происхождение земных металлов и изменение их состояния по мере эволюции Земли. Современные металлургические технологии, их фундаментальная база. Принципиальные недостатки существующих технологий и их причины. Катастрофическое отставание теории металлургических процессов от общих физических теорий превращения вещества. Вероятные направления развития теоретической базы металлургии и пути превращения металлургии в область науки и отрасли производства, отвечающие современному научному и техническому уровню.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-1 способностью и готовностью теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии	Знать: технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии
	Уметь: теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии
	Владеть:
ОПК-5 способностью и готовностью использовать на практике интегрированные	Знать: естественнонаучные, общие профессионально-ориентирующие и

знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии	специальные основы для понимания проблем развития материаловедения
	Уметь: выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии
	Владеть:
ОПК-13 способностью и готовностью участвовать в сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических процессов их изготовления	Знать: О сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических процессов их изготовления
	Уметь: участвовать в сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических процессов их изготовления
	Владеть:
ОПК-12 способностью и готовностью участвовать в проведении технологических экспериментов, осуществлять технологический контроль при производстве материалов и изделий	Знать: Знать: технологический контроль при производстве материалов и изделий
	Уметь: участвовать в проведении технологических экспериментов, осуществлять технологический контроль при производстве материалов и изделий
	Владеть:
ОПК-16 способностью и готовностью организовывать работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, их элементов, разрабатывать проекты стандартов и сертификатов, проводить сертификацию материалов, технологических процессов и оборудования, участвовать в мероприятиях по созданию системы качества	Знать: Способы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, их элементов
	Уметь: разрабатывать проекты стандартов и сертификатов, проводить сертификацию материалов, технологических процессов и оборудования, участвовать в мероприятиях по созданию системы качества
	Владеть:
ОПК-18 способностью и готовностью вести авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий	Знать: авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий
	Уметь: вести авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий
	Владеть:
ОПК-11 способностью и готовностью разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов	Знать: технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов
	Уметь: разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов
	Владеть:
ОПК-4 способностью и готовностью выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности	Знать: нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности
	Уметь: выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность

	производственной и эксплуатационной деятельности
	Владеть:
ОПК-14 способностью и готовностью оценивать инвестиционные риски при реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и технологий	Знать: инвестиционные риски при реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и технологий
	Уметь: оценивать инвестиционные риски при реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и технологий
	Владеть:

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
П.1.Б.02 История и философия науки, Научно-исследовательская деятельность (1 семестр)	П.1.В.07.01 Теоретические основы процессов производства черных, цветных и редких металлов, Производственная (педагогическая) практика (5 семестр), Научно-исследовательская деятельность (3 семестр), Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (5 семестр), Научно-исследовательская деятельность (4 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
П.1.Б.02 История и философия науки	Аспирант должен знать: - основные этапы развития науки; - основные концепции философии науки; -основные научные дискуссии современности; -основные частнонаучные философские теории; уметь: - разрабатывать методологию исследовательской работы с использованием философских знаний; - привлекать общефилософские и специальные знания для решения конкретных проблем; - системно анализировать конкретные проблемы; - связывать рост знаний в конкретных науках с общими тенденциями роста научного знания; владеть:- навыками критического мировоззрения; - навыками написания научной работы; - лексиконом философии науки.
Научно-исследовательская деятельность (1 семестр)	Знать: уровень современных научных достижений, что такое объект исследования,

	информацию о научных коллективах, работающих в данном направлении, тенденции развития научных исследований Уметь: сравнивать, оценивать и анализировать полученную информацию, формировать комплексные исследования на основе системного подхода, планировать и решать задачи в своей профессиональной деятельности с учетом направления развития научных исследований, использовать на практике интегрированные знания на базе разных дисциплин Владеть: методиками получения информации, методиками исследований, навыками реализации на практике новых технологий и результатов научных исследований
--	---

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	40	40	
Лекции (Л)	40	40	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	68	68	
Подготовка и защита научных рефератов	36	36	
Подготовка к экзамену	32	32	
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	ЛР
1	Донаучный этап развития металлургического производства	4	4	0	0
2	Исторический процесс появления и развития науки о металлах	4	4	0	0
3	Развитие молекулярной физики. "Химический" этап развития металлургических технологий.	4	4	0	0
4	Современные представления о металлах, как одном из состояний вещества.	10	10	0	0
5	Перспективы развития научных основ металлургии и технологии производства металлов	18	18	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Донаучный этап развития металлургического производства	4
2	2	Исторический процесс появления и развития науки	4
3	3	Развитие молекулярной физики. "Химический" этап развития металлургических технологий.	4
4	4	Современные представления о металлах, как одном из состояний вещества.	4
5	4	Металлическое состояние вещества, происхождение металлов на планете Земля	6
6	5	Перспективы развития научных основ металлургии	6
7	5	Перспективы развития внедоменного производства железа.	6
8	5	Перспективы развития сталеплавильного производства.	6

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Научные рефераты	Цирельсон В.Г. Квантовая химия: учебник для вузов. – М.: БИНОМ. 2014. – 245 с	6
Научные рефераты	Бердетт Дж. Химическая связь: пер. с англ. – М.: Мир: БИНОМ. 2015. – 245 с	6
Научные рефераты	Хокинг С. Краткая история времени: От Большого Взрыва до чёрных дыр. – СПб.: ЗАО «Торгово-издательский дом «Амфора», 2014. – 231 с.	6
Научные рефераты	Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков: учебник для вузов. – М.: МИСИС. – 2003. – 480 с	6
Научные рефераты	Пономарев Л.И. Под знаком кванта: учебное пособие для вузов – М.: Физматлит, 2007. – 416 с.	6
Подготовка к экзамену	1. Рощин, В. Е. Электрометаллургия и металлургия стали Текст учебник для вузов по направлению 150400.68 - "Металлургия" В. Е. Рощин, А. В. Рощин ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 571, [1] с. ил.	32
Научные рефераты	Каку М. Физика невозможного. – 5 изд. – М.: Альпина нон-фикшн, 2014. – 456 с.	6

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Мультимедийные лекции	Лекции	Современное состояние науки о материи, веществе и превращениях вещества.	4

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: 1. Рошин А.В. Кристаллохимические преобразования в оксидах при металлизации бедных и комплексных железосодержащих руд. Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук. Специальность 02.00.04 - физическая химия. Челябинск, 2007 г. 2. Салихов С. П. Теоретические и технологические основы безотходной пирометаллургической переработки сидероплезитовой руды. Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. Специальность 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов. Челябинск, 2017 г. 3. Ахметов К.Т. Процессы восстановления металлов и образования карбидов при предварительной металлизации богатых хромовых руд. Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. Специальность 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов. Челябинск, 2017 г. 4. Мухамбетгалиев Е. К. Теоретические и технологические основы получения алюмосиликомарганца из высококремнистой марганцевой руды и высокозольных углей. Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. Специальность 05.16.02 - Metallургия черных, цветных и редких металлов. Челябинск, 2017 г.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОПК-1 способностью и готовностью теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии	Презентация доклада	1-30
Все разделы	ОПК-4 способностью и готовностью выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности	Экзамен	1-24
Все разделы	ОПК-5 способностью и готовностью использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных,	Презентация доклада	1-30

	общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии		
Все разделы	ОПК-11 способностью и готовностью разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов	Презентация доклада	1-30
Все разделы	ОПК-12 способностью и готовностью участвовать в проведении технологических экспериментов, осуществлять технологический контроль при производстве материалов и изделий	Экзамен	1-54
Все разделы	ОПК-13 способностью и готовностью участвовать в сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических процессов их изготовления	Экзамен	1-54
Все разделы	ОПК-14 способностью и готовностью оценивать инвестиционные риски при реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и технологий	Презентация доклада	1-30
Все разделы	ОПК-16 способностью и готовностью организовывать работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, их элементов, разрабатывать проекты стандартов и сертификатов, проводить сертификацию материалов, технологических процессов и оборудования, участвовать в мероприятиях по созданию системы качества	Экзамен	1-15
Все разделы	ОПК-18 способностью и готовностью вести авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий	Презентация доклада	1-30
Все разделы	ОПК-1 способностью и готовностью теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии	Экзамен	1-54
Все разделы	ОПК-5 способностью и готовностью использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии	Экзамен	1-25
Все разделы	ОПК-11 способностью и готовностью разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов	Экзамен	1-40
Все разделы	ОПК-14 способностью и готовностью оценивать инвестиционные риски при реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и технологий	Экзамен	15-35

Все разделы	ОПК-18 способностью и готовностью вести авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий	Экзамен	1-50
-------------	---	---------	------

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Экзамен	Устный экзамен по билетам, состоящим из 2 вопросов с последующим обсуждением ответов	Отлично: Правильные ответы на 2 вопроса Хорошо: Правильные ответы на 2 вопроса с небольшими неточностями Удовлетворительно: Правильные ответы на 2 вопроса с подсказками Неудовлетворительно: Неправильные ответы на 1 или 2 вопроса
Презентация доклада	Предоставляется возможность выступить с докладом и презентацией по теме реферата. После доклада задаются вопросы.	Зачтено: Презентация реферата с ответами на вопросы Не зачтено: Отсутствие презентации или неправильные ответы на вопросы после доклада

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Экзамен	<ol style="list-style-type: none"> 1. Жидкие кристаллы. 2. Металлические стекла: структура, свойства и способы их получения. 3. Форма присутствия примесей (углерода) в расплавах железа. 4. Металлическое и неметаллическое состояния кремния. 5. Выращивание монокристаллов из металлических расплавов. 6. Структурная модель жидкости Бернала. 7. Структура жидких металлов: модель сиботаксисов. 8. Гистерезис свойств металлических расплавов при нагреве и охлаждении. 9. Структура жидких металлов: дырочная модель Френкеля. 10. Рост кристаллов при конденсации. Получение аморфного конденсата. 11. Структура жидких металлов: квазиполикристаллическая модель. 12. Свойства монокристаллов, поликристаллических (в том числе нанокристаллических) и аморфных металлов. 13. Структура жидких металлов: квазихимическая модель. 14. Рафинирование металлов при зонной плавке. 15. Металлургическая наследственность и термовременная обработка жидкой стали. 16. Я.И. Френкель и теория плавления металлов. 17. Формирование дендритных кристаллов. 18. Структура жидких металлов: кластерная модель. 19. Металлы в коре и в ядре Земли. 20. Температура плавления и температура кристаллизации металлов. 21. Структура жидких металлов: квазигазовые модели. 22. Кристаллическая структура и формы кристаллов железа. 23. Рафинирование металлов от растворенных примесей при кристаллизации расплавов. 24. Механизм зарождения и роста кристаллов в расплавах. 25. Д.К. Чернов и полиморфизм железа. 26. Возможности внешнего воздействия на зарождение и рост кристаллических зародышей.

	<p>27. Кристаллические структуры металлов - химических элементов.</p> <p>28. Агрикола - первый ученый-металлург.</p> <p>29. 300 лет уральской металлургии.</p> <p>30. Физическая основа получения сплавов железа, обладающих широчайшим набором свойств.</p> <p>31. Роль Демидовых в развитии металлургии Урала.</p> <p>32. Появление и развитие производства ферросплавов на Южном Урале.</p> <p>33. Движение макрочастиц в твердом металле.</p> <p>34. Рафинирование металлов методом зонной плавки.</p> <p>35. Эпитаксия и ее использование в технике.</p> <p>36. Выращивание монокристаллов.</p> <p>37. Модели жидкого состояния ферросплавов.</p> <p>38. Переохлаждение расплавов при кристаллизации.</p> <p>39. Основоположники науки о металлах.</p> <p>40. Кристаллическая решетка и габитус кристаллов.</p> <p>41. Равновесная и неравновесная кристаллизация.</p> <p>42. Структура металлов в аморфном и нанокристаллическом состояниях.</p> <p>43. Условия получения аморфного состояния.</p> <p>44. Методы получения аморфных металлов.</p> <p>45. Способы получения наноструктурных материалов.</p> <p>46. Металлические системы, способные отвердевать в рентгеноаморфном состоянии.</p> <p>47. Формирование нанокристаллической и аморфной структуры металлов.</p> <p>48. Изменения физических характеристик сплавов на основе железа и кобальта при переходе из жидкого в твердое аморфное или кристаллическое состояния.</p> <p>49. Производство кристаллических заготовок аморфизирующихся сплавов.</p> <p>50. Физические основы скоростной закалки расплава на диске-холодильнике.</p> <p>51. Формирование жидкой подсопельной ванны.</p> <p>52. Качество поверхности аморфной ленты.</p> <p>53. Термообработка аморфной ленты с целью перевода её в нанокристаллическое состояние.</p> <p>54. Свойства и область применения изделий из аморфной и нанокристаллической ленты.</p>
Презентация доклада	<p>1. Физические и химические свойства атома</p> <p>2. Механика И. Ньютона, классическая физика</p> <p>3. Молекулярная физика</p> <p>4. Элементарные частицы, их дуализм</p> <p>5. Квантовая революция начала XX века</p> <p>6. Неклассическая физика XX века</p> <p>7. Антропный принцип строения Вселенной</p> <p>8. Антиматерия, антивещество и антиметаллы</p> <p>9. Гравитация, гравитационные волны, гравитационные поля, антигравитация</p> <p>10. Стандартная модель Вселенной</p> <p>11. Эволюция Вселенной от большого взрыва до наших дней</p> <p>12. Фундаментальные физические взаимодействия</p> <p>13. Чёрные дыры</p> <p>14. Физическая «Теория всего»</p> <p>15. T-симметрия (Вселенная с обращением времени)</p> <p>16. CP-симметрия (Вселенная с обращением заряда и чётности)</p> <p>17. CPT-симметрия (Вселенная с обращением заряда, чётности и времени)</p> <p>18. «Новая физика» XXI века</p> <p>19. Бозон Хиггса и пространство Хиггса</p> <p>20. Кристаллы твёрдые и жидкие</p> <p>21. Прозрачность газов, жидкостей, кристаллов</p> <p>22. Магнетизм и физические поля М. Фарадея</p> <p>23. Уравнения света Д.К. Максвелла</p>

24. Наноматериалы и нанотехнологии в металлургии
25. Полупроводники ковалентные
26. Полупроводники ионные
27. Сверхпроводники
28. Скрытая масса Вселенной
29. Кремнийорганическая жизнь
30. Четвёртое и более высокие измерения

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Роцин, В. Е. Электрометаллургия и металлургия стали Текст учебник для вузов по направлению 150400.68 - "Металлургия" В. Е. Роцин, А. В. Роцин ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 571, [1] с. ил.
2. 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.
3. Выплавка и разливка стали Текст учебник для вузов А. М. Газалиев и др.; Караганд. гос. техн. ун-т. - Караганда: Издательство Карагандинского государственного техни, 2012

б) дополнительная литература:

1. Пономарев, Л. И. Под знаком кванта Учеб. пособие для вузов по направлению "Прикладная математика и физика" Л. И. Пономарев. - М.: Физматлит, 2005. - 415 с.
2. Хокинг, С. Краткая история времени: От большого взрыва до черных дыр Пер. с англ. С. Хокинг; Послесл. Я. А. Смородинского. - СПб.: Амфора: Эврика, 2001. - 266,[2] с. ил.
3. Хокинг, С. Черные дыры и молодые вселенные С. Хокинг; Пер. с англ. М. В. Кононова. - СПб.: Амфора, 2001. - 187,[2] с.
4. Каку, М. Физика невозможного Текст М. Каку ; пер. с англ. Н. Лисовой. - 7-е изд. - М.: Альпина нон-фикшн, 2016. - 454, [1] с.
5. Цирельсон, В. Г. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела Текст учеб. пособие для вузов по химико-технол. направлениям и специальностям В. Г. Цирельсон. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. - 495 с., [12] л. цв. ил. ил., табл.
6. 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.
7. Плит, В. Электрохимия в материаловедении Текст В. Плит ; пер. с англ. О. Д. Чаркина и др. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 446 с. ил.

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

1. Реферативный журнал «Металлургия».
2. «Известия вузов. Черная металлургия».
3. «Металлург»
4. «Acta Materialia»
5. «Metallurgical and Materials Transactions»

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Проблемы и перспективы металлургии чёрных, цветных и редких металлов. Рощин В.Е.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. Проблемы и перспективы металлургии чёрных, цветных и редких металлов. Рощин В.Е.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Дополнительная литература	Цирельсон, В.Г. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2014. — 522 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/66357 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
2	Основная литература	Основы металлургического производства. [Электронный ресурс] : учеб. / В.А. Бигеев [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 616 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/90165 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	115 (1)	Видеопроектор; экран 2м. Монитор 19” – 6 шт, терминал с выходом в Интернет– 6 шт.