

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Инженерный институт



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
_____ Турилова Е.А.
"___" _____ 20__ г.

Программа дисциплины
Материаловедение

Направление подготовки: 27.03.02 - Управление качеством
Профиль подготовки: Управление роботизированными производственными системами
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2023

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): ведущий научный сотрудник, к.н. (доцент) Кашапов Р.Н. (НИЛ Плазмохимическое получение функциональных материалов, кафедра биомедицинской инженерии и управления инновациями), RamNKashapov@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Нигматуллина Л.Г. (кафедра биомедицинской инженерии и искусственного интеллекта в биотехнических системах , Институт искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии), LGNigmatullina@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2	Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)
ПК-11	Способен разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях эксплуатации; их взаимосвязь со свойствами;
основные свойства современных металлических и неметаллических материалов.

Должен уметь:

применять физические принципы и явления для выбора материала;
выбирать вид термической обработки материала в целях получения заданной структуры и свойств, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей;
оценивать поведение материала и причины отказов деталей при воздействии на них различных эксплуатационных факторов.

Должен владеть:

навыками исследования, испытания и контроля характеристик материалов;
навыками выбора основных видов термической обработки.

Должен демонстрировать способность и готовность:

способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях технической физики с учетом экономических и экологических требований;
готовность и способность применять физические методы теоретического и экспериментального исследования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий в области плазменных технологий и устройств.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.24 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 27.03.02 "Управление качеством (Управление роботизированными производственными системами)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 48 часа(ов), в том числе лекции - 24 часа(ов), практические занятия - 24 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 96 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение. Классификация материалов. Кристаллическое строение металлов.	1	2	0	0	0	0	0	4
2.	Тема 2. Кристаллографические индексы. Дефекты кристаллов и их влияние на свойства. Краевые и винтовые дислокации. Теоретическая и реальная прочность.	1	0	0	1	0	0	0	4
3.	Тема 3. Микроструктурный анализ. Макроструктурный анализ. Механические свойства Методы обнаружения поверхностных и внутренних дефектов. Механические свойства. Испытания на растяжение.	1	2	0	1	0	0	0	4
4.	Тема 4. Методы измерения твердости (методы Бринелля, Роквелла, Виккерса.). Определение ударной вязкости металлов и сплавов. Рентгеноструктурное исследование металлов.	1	0	0	1	0	0	0	6
5.	Тема 5. Пластическая деформация и рекристаллизация металлов. Влияние наклепа на свойства металлов. Использование наклепа в машиностроении. Разрушение металла. Сверхпластичность материалов. Рекристаллизационный отжиг. Холодная и горячая обработка металлов давлением. Понятие жаропрочности.	1	2	0	1	0	0	0	4
6.	Тема 6. Законы кристаллизации металлов. Свободная энергия и энтропия. Скрытая теплота кристаллизации. Аморфные металлы. Управление размером зерна. Строение кристаллического слитка.	1	1	0	1	0	0	0	6
7.	Тема 7. Основы теории сплавов. Виды сплавов. Правило фаз. Термический анализ. Построение диаграмм состояния.	1	1	0	1	0	0	0	4
8.	Тема 8. Диаграммы состояния двойных сплавов. Правило отрезков.	1	0	0	1	0	0	0	6

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная рабо- та
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
9.	Тема 9. Правило Курнакова. Связь между типом диаграммы состояния двойных сплавов и свойствами сплавов.	1	1	0	1	0	0	0	4
10.	Тема 10. Сплавы на основе железа. Железо и его сплавы. Полиморфизм железа.	1	1	0	1	0	0	0	4
11.	Тема 11. Диаграмма состояния сплавов железа с углеродом.	1	1	0	2	0	0	0	8
12.	Тема 12. Углеродистые стали. Влияние химсостава на структуру и свойства стали. Влияние примесей на свойства сталей. Классификация и маркировка углеродистых сталей.	1	2	0	1	0	0	0	6
13.	Тема 13. Чугуны. Процесс графитизации цементита. Белые, серые, высокопрочные и ковкие чугуны. Получение ковкого чугуна. Влияние примесей на свойства чугунов. Применение чугунов в машиностроении	1	0	0	1	0	0	0	6
14.	Тема 14. Основы легирования стали. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства стали. Особенности термообработки легированных сталей.	1	2	0	1	0	0	0	4
15.	Тема 15. Конструкционные легированные стали. Классификация по назначению, цементируемые и улучшаемые стали. Стали специального назначения (пружинные, шарикоподшипниковые, износостойкие и т.п.).	1	2	0	1	0	0	0	4
16.	Тема 16. Инструментальные легированные стали. Режущие, теплостойкие, быстрорежущие стали. Штамповые стали. Стали для мерительных инструментов. Стали и сплавы с особыми свойствами. Нержавеющие, жаропрочные, магнитные, немагнитные стали. Стали и сплавы с особыми тепловыми свойствами. Электротехнические стали. Стали и сплавы с особыми свойствами. Магнитные и электротехнические стали и сплавы. Сверхпроводимость и сверхпроводящие материалы.	1	0	0	2	0	0	0	6
17.	Тема 17. Основы термообработки стали. Фазовые превращения в сталях при нагреве и охлаждении. Аустенизация, перлитное и мартенситное превращения. Превращение при отпуске.	1	2	0	1	0	0	0	4

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
18.	Тема 18. Практика термообработки стали. Технология нагрева. Отжиг стали и его влияние на структуру и свойства. Закалка углеродистых сталей. Отпуск сталей.	1	2	0	1	0	0	0	4
19.	Тема 19. Химико-термическая обработка стали: основные закономерности, цементация, азотирование, цианирование, нитроцементация, силицирование, борирование. Диффузионная металлизация: хромирование и алитирование.	1	0	0	2	0	0	0	4
20.	Тема 20. Цветные металлы и сплавы. Сплавы на основе меди. Свойства и применение меди. Медно-никелевые сплавы. Бронзы и их термическая обработка. Латунь и их термическая обработка. Применение медных сплавов.	1	1	0	1	0	0	0	2
21.	Тема 21. Сплавы на основе алюминия и магния. Свойства алюминия. Литейные и деформируемые алюминиевые сплавы. Дюралюмины и их термообработка. Применение алюминиевых сплавов. Маркировка цветных металлов и сплавов.	1	2	0	2	0	0	0	2
	Итого		24	0	24	0	0	0	96

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. Классификация материалов. Кристаллическое строение металлов.

Введение.

Определение материаловедения, его цели и задач.

Классификация материалов. Металлы и сплавы, неметаллические неорганические и органические материалы, композиционные материалы

Кристаллическое строение металлов.

Природа химической связи. Кристаллизация металлов и сплавов. Энергетические условия кристаллизации.

Диффузия.

Тема 2. Кристаллографические индексы. Дефекты кристаллов и их влияние на свойства. Краевые и винтовые дислокации. Теоретическая и реальная прочность.

Кристаллографические индексы, плоскости, направления. Дефекты кристаллов и их влияние на свойства. Точечные, линейные, поверхностные, объемные дефекты. Краевые и винтовые дислокации. Определения. Плотность дислокаций. Теоретическая и реальная прочность. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И ПРОЧНОСТИ ТРЕХСЛОЙНЫХ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ДЕФЕКТАМИ

Тема 3. Микроструктурный анализ. Макроструктурный анализ. Механические свойства Методы обнаружения поверхностных и внутренних дефектов. Механические свойства. Испытания на растяжение.

Микроструктурный анализ. Определение, приборы и методы. Макроструктурный анализ. Определение, приборы и методы. Методы обнаружения поверхностных и внутренних дефектов. Механические свойства. Упругость, твердость, прочность и др. Основные показатели испытаний. Статическими называют такие испытания, при которых испытуемый материал подвергают воздействию постоянной или медленно возрастающей нагрузке. Динамическими называют испытания, при которых материал подвергают воздействию ударным нагрузкам. Наиболее распространенными испытаниями являются испытания на твердость, статическое растяжение, ударную вязкость. Кроме того, иногда производят испытания на усталость, ползучесть и изнашивание, которые дают более полное представление о свойствах металлов.

Тема 4. Методы измерения твердости (методы Бринелля, Роквелла, Виккерса). Определение ударной вязкости металлов и сплавов. Рентгеноструктурное исследование металлов.

Методы измерения твердости (методы Бринелля, Роквелла, Виккерса). Описание стандартов, различие методов. Определение ударной вязкости металлов и сплавов. Описание метода и установки. Рентгеноструктурное исследование металлов. Описание метода. Области применения. Метод Лауэ применяется для монокристаллов. Образец облучается пучком с непрерывным спектром, взаимная ориентация пучка и кристалла не меняется. Угловое распределение дифрагированного излучения имеет вид отдельных дифракционных пятен (лауэграмма).

Рентгенодифрактометрический метод. Метод Дебая - Шеррера (метод порошков) используется для исследования поликристаллов и их смесей. Хаотическая ориентация кристаллов в образце относительно падающего монохроматического пучка превращает дифрагированные пучки в семейство коаксиальных конусов с падающим пучком на оси. Их изображение на фотопленке (дебаграмма) имеет вид концентрических колец, расположение и интенсивность которых позволяет судить о составе исследуемого вещества.

Тема 5. Пластическая деформация и рекристаллизация металлов. Влияние наклепа на свойства металлов. Использование наклепа в машиностроении. Разрушение металла. Сверхпластичность материалов. Рекристаллизационный отжиг. Холодная и горячая обработка металлов давлением. Понятие жаропрочности.

Пластическая деформация и рекристаллизация металлов. Влияние наклепа на свойства металлов. Использование наклепа в машиностроении. Разрушение металла. Сверхпластичность материалов. Рекристаллизационный отжиг. Состояние сверхпластичности характерно для металлов и керамик с мелким размером зерна, обычно меньше 20 мкм. Кроме достаточно мелкого зерна, от материала для достижения состояния сверхпластичности требуется высокая однородность распределения по объему термопластичных компонентов, которые связывают между собой границы зерен в процессе пластического течения, позволяя материалу сохранять свою кристаллическую структуру. Для металлов до сих пор нет однозначно принятого мнения о механизме возникновения состояния сверхпластичности.

Тема 6. Законы кристаллизации металлов. Свободная энергия и энтропия. Скрытая теплота кристаллизации. Аморфные металлы. Управление размером зерна. Строение кристаллического слитка.

Законы кристаллизации металлов. Свободная энергия и энтропия. Скрытая теплота кристаллизации. Аморфные металлы. Условия получения мелкозернистой структуры. Стремятся к получению мелкозернистой структуры. Оптимальными условиями для этого являются: максимальное число центров кристаллизации и малая скорость роста кристаллов. Размер зерен при кристаллизации зависит и от числа частичек нерастворимых примесей, которые играют роль готовых центров кристаллизации - оксиды, нитриды, сульфиды. Чем больше частичек, тем мельче зерна закристаллизовавшегося металла. Стенки изложниц имеют неровности, шероховатости, которые увеличивают скорость кристаллизации. Мелкозернистую структуру можно получить в результате модифицирования, когда в жидкие металлы добавляются посторонние вещества - модификаторы. По механизму воздействия различают:

1. Вещества не растворяющиеся в жидком металле - выступают в качестве дополнительных центров кристаллизации.
2. Поверхностно - активные вещества, которые растворяются в металле, и, осаждаясь на поверхности растущих кристаллов, препятствуют их росту.

Тема 7. Основы теории сплавов. Виды сплавов. Правило фаз. Термический анализ. Построение диаграмм состояния.

Основы теории сплавов. Растворимость материалов в твердом состоянии. Виды сплавов. Твердый раствор, механическая смесь, химическое соединение и др. Правило фаз. Термический анализ. Дифференциально-термический анализ (ДТА): температура. Дифференциально-сканирующая калориметрия (ДСК): теплота

Термогравиметрический анализ (ТГА): масса. Термомеханический анализ (ТМА): линейный размер
Дилатометрия (Дил): объём
Динамический механический анализ (ДМА): механическая жёсткость и амортизация
Диэлектрический термический анализ (ДЭТА): диэлектрическая проницаемость и коэффициент потерь
Анализ выделяемых газов (ГТА): газовые продукты разложения
Термооптический анализ (ТОА): оптические свойства
Визуально-политермический анализ (ВПА): форма
Лазерный импульсный анализ (ЛПА): температурный профиль
Термомагнитный анализ (ТМА): магнитные свойства

Тема 8. Диаграммы состояния двойных сплавов. Правило отрезков.

Диаграммы состояния двойных сплавов.

Диаграмма состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состоянии.

Диаграмма состояния двухкомпонентных сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.
Диаграмма состояния сплавов, компоненты которых образуют устойчивые химические соединения.
Диаграммы состояния сплавов, компоненты которых испытывают полиморфные превращения.
Правило отрезков.

Тема 9. Правило Курнакова. Связь между типом диаграммы состояния двойных сплавов и свойствами сплавов.

Правило Курнакова. История открытия, формулировка, применение. При образовании механических смесей свойства изменяются по линейному закону. Значения характеристик свойств сплава находятся в интервале между характеристиками чистых компонентов. При образовании твердых растворов с неограниченной растворимостью свойства сплавов изменяются по криволинейной зависимости, причем некоторые свойства, например, электросопротивление, могут значительно отличаться от свойств компонентов. При образовании твердых растворов с ограниченной растворимостью свойства в интервале концентраций, отвечающих однофазным твердым растворам, изменяются по криволинейному закону, а в двухфазной области - по линейному закону. Причем крайние точки на прямой являются свойствами чистых фаз, предельно насыщенных твердых растворов, образующих данную смесь. При образовании химических соединений концентрация химического соединения отвечает максимуму на кривой. Эта точка перелома, соответствующая химическому соединению, называется сингулярной точкой.

Тема 10. Сплавы на основе железа. Железо и его сплавы. Полиморфизм железа.

Сплавы на основе железа. Компоненты и фазы в сплавах железа. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства сплава. Железо, как и любой металл, имеет кристаллическое строение, то есть атомы железа расположены в пространстве в определенном порядке. При этом можно выделить группу атомов, которые при мысленном копировании и перенесении смогут образовать этот порядок, иными словами, можно выделить элементарную ячейку кристаллической решетки.

Тема 11. Диаграмма состояния сплавов железа с углеродом.

Диаграмма состояния сплавов железа с углеродом. Компоненты и фазы. Диаграмма состояния железо?цементит. Диаграмма состояния железо?графит. Феррит представляет собой твердый раствор углерода в α -железе. При 723 $^{\circ}$ С в α -железе может содержаться до 0,02% углерода, а при 20 $^{\circ}$ С всего лишь 0,006% углерода. Феррит обладает высокой пластичностью, низкой твердостью (НВ 80-100), прочностью ($\sigma = 25$ кгс/мм²) и магнитными свойствами, которые сохраняются до температуры 768 $^{\circ}$ С. Цементит - химическое соединение железа с углеродом, т. е. карбид железа Fe₃C. Цементит содержит 6,63% углерода и до 210 $^{\circ}$ С сохраняет магнитные свойства. Цементит очень хрупкий и обладает твердостью НВ 760-800. В структуре стали и чугуна он находится в виде игл, отдельных включений и сетки, по границам зерен. Перлитом называют механическую смесь феррита с цементитом. Перлит - это продукт распада аустенита при медленном охлаждении. Он может быть пластинчатым или зернистым. В нем содержится 0,8% углерода. Механические свойства перлита зависят от степени измельчения частичек цементита. Ледебурит представляет собой эвтектику, состоящую из цементита и аустенита и образующуюся при кристаллизации жидкого сплава, который содержит 4,3% углерода. Ледебурит обладает высокой твердостью (НВ до 700) и хрупкостью. Чистое железо плавится и затвердевает при

1539 $^{\circ}$ С (точка А), а чугун, содержащий 4,3% углерода, - при 1130 $^{\circ}$ С (точка С). Графит - это кристаллическая разновидность углерода. Он имеет черный цвет и встречается в структуре чугуна и графитизированной стали.

Тема 12. Углеродистые стали. Влияние химсостава на структуру и свойства стали. Влияние примесей на свойства сталей. Классификация и маркировка углеродистых сталей.

Углеродистые стали. Химический состав. Влияние количества углерода и примесей на свойства углеродистых сталей. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства углеродистых сталей. Углеродистые стали. Химический состав. Влияние количества углерода и примесей на свойства углеродистых сталей. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства углеродистых сталей. Углеродистые стали классифицируют: - по структуре - по способу получения - по степени раскисления - по качеству - по назначению. По структуре углеродистые стали подразделяют на: - доэвтектоидные (содержат менее 0,8% С) - эвтектоидные (0,8% С) - заэвтектоидные (С более 0,8%). По способу получения углеродистые стали разделяют на: - кислородно, - конвертерные, - мартеновские, - электростали. По степени раскисления углеродистые стали бывают:

- спокойные, - полуспокойные, - кипящие. По качеству (качество определяется содержанием вредных примесей в стали) углеродистые стали разделяют на: - стали обыкновенного качества, - качественные стали По назначению углеродистые стали разделяют на: - конструкционные, - инструментальные

Маркировка углеродистых сталей зависит от их качества и назначения. Стали обыкновенного качества имеют 3 группы поставки: А, Б, В. Стали группы А поставляются с гарантированными механическими свойствами, химический состав не регламентируют. Стали группы Б поставляются с гарантированным механическим составом, механические свойства не гарантируются. Стали группы В поставляются с гарантированными химическим составом и механическими свойствами

Тема 13. Чугуны. Процесс графитизации цементита. Белые, серые, высокопрочные и ковкие чугуны. Получение ковкого чугуна. Влияние примесей на свойства чугунов. Применение чугунов в машиностроении

Чугуны. Определение, свойства. Процесс графитизации цементита. Распределение цементита в чугуне. Виды чугунов. Белые, серые, высокопрочные и ковкие чугуны. Получение ковкого чугуна. Легирование чугунов. Влияние примесей на свойства чугунов. Применение чугунов в машиностроении. Цементиты подвергают низкоуглеродистые (обычно до 0,25 % C) и легированные стали, процесс в случае использования твёрдого карбюризатора проводится при температурах 900-950 °С, при газовой цементации (газообразный карбюризатор) - при 850-900 °С.

После цементации изделия подвергают термообработке, приводящей к образованию мартенситной фазы в поверхностном слое изделия (закалка на мартенсит) с последующим отпуском для снятия внутренних напряжений. Способы цементации: в твёрдом карбюризаторе, в газовом карбюризаторе, в кипящем слое, в растворах электролитов, в пастах.

Тема 14. Основы легирования стали. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства стали. Особенности термообработки легированных сталей.

Легирование стали. Основные этапы легирования стали.

Влияние легирующих элементов и технологических параметров легирования на структуру и свойства стали.

Термической (или тепловой) обработкой называется совокупность операций нагрева, выдержки и охлаждения твёрдых металлических сплавов с целью получения заданных свойств за счёт изменения внутреннего строения и структуры. Тепловая обработка используется либо как промежуточная операция для улучшения обрабатываемости давлением, резанием, либо как окончательная операция технологического процесса, обеспечивающая заданный уровень свойств изделия. Общая длительность нагрева металла при тепловой обработке складывается из времени собственного нагрева до заданной температуры и времени выдержки при этой температуре. Время нагрева зависит от типа печи, размеров изделий, их укладки в печи; время выдержки зависит от скорости протекания фазовых превращений. Нагрев может сопровождаться взаимодействием поверхности металла с газовой средой и приводить к обезуглероживанию поверхностного слоя и образованию окалины. Обезуглероживание приводит к тому, что поверхность изделий становится менее прочной и теряет твёрдость. При нагреве и охлаждении стали происходят фазовые превращения, которые характеризуются температурными критическими точками. Принято обозначать критические точки стали буквой А. Критические точки А1 лежат на линии PSK (727 °С) диаграммы железо-углерод и соответствуют превращению перлита в аустенит. Критические точки А2 находятся на линии МО (768 °С), характеризующей магнитное превращение феррита. А3 соответствует линиям GS и SE, на которых соответственно завершается превращение феррита и цементита в аустенит при нагреве. Для обозначения критических точек при нагреве и охлаждении вводят дополнительные индексы: букву "с" в случае нагрева и "г" в случае охлаждения, например Ac1, Ac3, Ar1, Ar3.

Тема 15. Конструкционные легированные стали. Классификация по назначению, цементируемые и улучшаемые стали. Стали специального назначения (пружинные, шарикоподшипниковые, износостойкие и т.п.).

Конструкционные легированные стали. Виды, маркировка, получение.

Классификация по назначению, цементируемые и улучшаемые стали. Виды, маркировка, получение. Стали специального назначения (особовысококачественные) Некоторые группы сталей содержат дополнительные обозначения, характеризующие тип или группу сталей. Например, буквы, стоящие впереди марки, означают:

- А - автоматные стали (для скоростной обработки на автоматных станках);
- Ш (ШХ) - шарикоподшипниковые стали (если буква ставится впереди марки);
- Ш - сталь электрошлакового переплава (если буква ставится в конце марки);
- Р - быстрорежущие стали (от англ. "rapid" - быстрый);
- Е - магнитные стали;
- Э - электротехнические, кремнистые стали.

Сложного состава высоколегированные стали на металлургическом заводе иногда обозначают упрощенно, например, ЭИ482 - сталь производства завода "Электросталь", для исследовательских целей. Иногда обозначают номер разработки стали. Например, сталь 40X15H7ГФ2МС или ЭП388. В сварных конструкциях применяют в основном низкоуглеродистые стали.

Тема 16. Инструментальные легированные стали. Режущие, теплостойкие, быстрорежущие стали. Штамповые стали. Стали для мерительных инструментов. Стали и сплавы с особыми свойствами. Нержавеющие, жаропрочные, магнитные, немагнитные стали. Стали и сплавы с особыми тепловыми свойствами. Электротехнические стали. Стали и сплавы с особыми свойствами. Магнитные и электротехнические стали и сплавы. Сверхпроводимость и сверхпроводящие материалы.

Инструментальные легированные стали. Виды, маркировка, получение.

Режущие, теплостойкие, быстрорежущие стали. Виды, маркировка, получение.

Штамповые стали. Виды, маркировка, получение.

Стали для мерительных инструментов. Виды, маркировка, получение.

Стали и сплавы с особыми свойствами. Виды, маркировка, получение.

Нержавеющие, жаропрочные, магнитные, немагнитные стали. Виды, маркировка, получение.

Стали и сплавы с особыми тепловыми свойствами. Виды, маркировка, получение.

Электротехнические стали. Виды, маркировка, получение.

Стали и сплавы с особыми свойствами. Виды, маркировка, получение.

Магнитные и электротехнические стали и сплавы. Виды, маркировка, получение.

Сверхпроводимость и сверхпроводящие материалы. Виды, маркировка, получение.

Тема 17. Основы термообработки стали. Фазовые превращения в сталях при нагреве и охлаждении. Аустенизация, перлитное и мартенситное превращения. Превращение при отпуске.

Основы термообработки стали. Цель и способы. Фазовые превращения в сталях при нагреве и охлаждении. Отжиг, нормализация, закалка, отпуск. Для того чтобы получить равновесную структуру стали, используют такой вид термообработки металлов, как отжиг 1-го рода. Сюда можно отнести такие подвиды термообработки металлов, как гомогенизация, рекристаллизация и снятие напряжений. Этот отжиг не влияет на внешние превращения, а лишь делает структуру металла равномерной и правильной. Отжиг 2-го рода способен влиять на внешние превращения, к нему

можно отнести нормализацию, полный и неполный отжиг. С помощью данного способа можно упрочнить металл несколько раз.

Тема 18. Практика термообработки стали. Технология нагрева. Отжиг стали и его влияние на структуру и свойства. Закалка углеродистых сталей. Отпуск сталей.

Практика термообработки стали. Способы и техника. Технология нагрева. Температурные диапазоны нагрева стали. Отжиг стали. Определение и влияние на структуру и свойства. Виды отжига сталей. Оборудование термических цехов состоит из нагревательных печей, закалочных устройств (баки, прессы, приспособления), установок для очистки обработанных деталей (пескоструйные установки), правильных устройств, приборов для контроля температуры в печах и ваннах, а также контрольных приборов для проверки качества обработанных деталей. Термические печи по конструкции подразделяют на печи периодического действия и непрерывного действия: по назначению печи для отжига, нормализации, закалки, отпуска, азотирования, цементации, цианирования; по виду применяемого топлива - на печи, работающие на жидком и газообразном топливе и электрические; по характеру среды в рабочем пространстве: на печи с воздушной средой и продуктами горения, с защитной газовой средой, печи-ванны (соляные, свинцовые, масляные).

Тема 19. Химико-термическая обработка стали: основные закономерности, цементация, азотирование, цианирование, нитроцементация, силицирование, борирование. Диффузионная металлизация: хромирование и алитирование.

Химико-термическая обработка стали. Определение. Виды. Основные закономерности. Цементация. Схема, способы, влияние на свойства стали.

Азотирование. Схема, способы, влияние на свойства стали.

Цианирование. Схема, способы, влияние на свойства стали.

Нитроцементация. Схема, способы, влияние на свойства стали.

Силицирование. Схема, способы, влияние на свойства стали.

Борирование. Схема, способы, влияние на свойства стали.

Диффузионная металлизация: хромирование и алитирование.

Тема 20. Цветные металлы и сплавы. Сплавы на основе меди. Свойства и применение меди. Медно-никелевые сплавы. Бронзы и их термическая обработка. Латунь и их термическая обработка. Применение медных сплавов.

Цветные металлы и сплавы. Определение. Виды. Сплавы на основе меди. Свойства и применение меди.

Медно-никелевые сплавы. Маркировка, свойства, применение. Бронзы и их термическая обработка. Маркировка, свойства, применение. На сегодняшний день цветные металлы имеют огромное значение для производства любого типа техники. Металл является химически простым веществом, обладающим такими характеристиками, как ковкость, теплопроводность, электропроводность; внешне отличается особым блеском. Существует несколько классификаций металлов, основными группами металлов являются следующие: Черные металлы (железо и его сплавы); Цветные металлы (все остальные металлы и сплавы, за исключением железа); благородные или драгоценные металлы (серебро, золото, платина и остальные металлы платиновой группы); Легкие металлы (имеющие низкую плотность); Тяжелые металлы (цветные металлы, обладающие плотностью выше, чем железо). Цветные металлы - техническое название всех металлов и их сплавов (кроме железа и его сплавов, называемых черными металлами). Термин <цветные металлы> в русском языке соответствует термину <нежелезные металлы> в европейских языках. Во многих других языках цветные металлы называются термином <нежелезные металлы> В науке принята условная классификация цветных металлов, по которой они разделены по различным признакам, характерным для той или иной группы: легкие металлы (алюминий, титан, магний), тяжелые цветные металлы (медь, свинец, цинк, олово, никель), благородные металлы (в т. ч. платиновые металлы), тугоплавкие металлы, рассеянные металлы, редкоземельные металлы, радиоактивные металлы. Цветные металлы весьма востребованы в нашей стране, их производство широко распространено во всех регионах. Цветная металлургия - отрасль металлургии, которая включает добычу, обогащение руд цветных металлов и выплавку цветных металлов и их сплавов. Различают металлургию легких металлов и металлургию тяжелых металлов.

Тема 21. Сплавы на основе алюминия и магния. Свойства алюминия. Литейные и деформируемые алюминиевые сплавы. Дюралюмины и их термообработка. Применение алюминиевых сплавов. Маркировка цветных металлов и сплавов.

Сплавы на основе алюминия и магния. Определение. Виды. Свойства алюминия. Маркировка, свойства, применение. Литейные и деформируемые алюминиевые сплавы. Дюралюмины и их термообработка. Маркировка, свойства, применение. Применение прочих алюминиевых сплавов. В настоящее время любая деталь, узел, инструмент или оборудование проходят обязательную маркировку или, другими словами, нанесение ряда символов, с помощью которых её можно идентифицировать. Существует несколько наиболее распространённых методов нанесения надписей: Клеймение - осуществляется с помощью штампа под давлением на механическом прессе, благодаря заранее заготовленной клейме с зеркальным отображением символов наносится прямое изображение на поверхность. Чаще всего употребляют для маркировки цветных металлов и стальных деталей; Подробнее об аппаратах ударно-точечной маркировки Электрохимическая - получила широкое использование в автомобильной и авиационной промышленности, является экономичной и применяется как маркировка металла любой степени твёрдости; Термотрансферная печать, перенос обозначения со специального красящего материала на термотрансферный ярлык; Каплевая - используется для маркировки деталей и узлов непосредственно на конвейере; Лазерная - быстрое и качественное выжигание обозначений на поверхности металла с использованием оптико-волоконного лазера, таким методом осуществляется маркировка запорной аппаратуры; Подробнее об аппаратах лазерной маркировки Ударно-точечная - благодаря нанесению точек с помощью серии ударов образуется требуемая надпись. Весь процесс контролирует числовое программное управление. Такой метод эффективен для маркировки изделий из пластичных материалов и закалённых металлов; Подробнее об аппаратах ударно-точечной маркировки Прочерчивание - используют твердосплавную иглу, аппарат наносит гравировку на деталь. Единственный минус такого способа заключается в том, что маркировка невозможна для твёрдых сплавов. Подробнее об аппаратах для прочерчивания Маркировка бирками - применяется для наклеивания, навешивания или прикручивания на подкуцию бирок, содержащих описание и штрих-код товара. Подробнее о принтерах и металлических бирках. Согласно нормативным документам и обязательным требованиям, которые предъявляют в современном обществе, все изделия должны проходить маркировку. Именно она позволяет пользователю получить полную информацию.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;

- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Дополнительная литература по материаловедению - http://www.ph4s.ru/book_tribo.html

Коррозионная стойкость обычных металлических материалов - <http://www.dpva.info/Guide/GuideMatherials/ApplicationLimitsTables/ChemicalResistanceTableVar2/>

Оборудование и методы микроскопии - http://www.eurolab.ru/mikroskopiya_metody

Справочник конструктора - <http://spravconstr.ru/sprav/v1-chapter2/>

Физические основы материаловедения - <http://bars.kfu-elearning.ru/course/view.php?id=1348>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретического обучения. Поэтому в ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Лекционный материал и предлагаемая преподавателем литература даст систематизированные основы научных знаний по соответствующей теме, раскроет состояния и перспективы развития рассматриваемых вопросов, сконцентрирует внимание студентов на наиболее сложных узловых вопросах, будет стимулировать их активную познавательную деятельность, формировать творческое мышление.
практические занятия	Практические занятия по курсу имеют цель развития у студентов алгоритмического мышления в степени, необходимой для быстрого и полного освоения компьютерных технологий, применяемых в различных предметных областях, а также способности видеть и формулировать задачи новых применений компьютера в будущей профессиональной деятельности.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Наряду с чтением лекций профессорско-преподавательским составом кафедры, изучением основной и дополнительной литературы по курсу студентам рекомендуется проведение самостоятельной работы. Самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью учебной работы и предназначена для достижения следующих целей:</p> <ul style="list-style-type: none"> - закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков; - подготовка к предстоящим занятиям, зачетам; - формирование культуры умственного труда и самостоятельности в поиске и приобретении новых знаний. <p>Формами самостоятельной работы студентов являются изучение соответствующей научно-технической литературы, рекомендуемых преподавателями кафедры.</p>
экзамен	<p>При подготовке к экзамену необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые разбирались на семинарах в течение семестра. В каждом билете на экзамене содержатся два вопроса и задача. Обучающемуся необходимо повторить и запомнить весь изученный на лекциях теоретический материал. Вспомнить и повторить решение практических задач. Обучающийся дает ответы на вопросы билета после предварительной подготовки. По желанию обучающийся может отвечать без подготовки. Если обучающийся не полностью ответил или вовсе не ответил на вопросы билета, преподаватель вправе задать дополнительные вопросы. Оптимальной подготовкой к зачету будет считаться: полное знание всего учебного материала, свободное оперирование материалом, полные ответы на дополнительные вопросы.</p>

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 27.03.02 "Управление качеством" и профилю подготовки "Управление роботизированными производственными системами".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 27.03.02 - Управление качеством

Профиль подготовки: Управление роботизированными производственными системами

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

Основная литература:

1. Давыдова, И. С. Материаловедение: Учебное пособие / И.С. Давыдова, Е.Л. Максина. - 2-е изд. - Москва : ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 228 с. (ВПО: Бакалавриат). ISBN 978-5-369-01222-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/413652> (дата обращения: 19.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

3. Морозов, А. И. Элементы современной физики твердого тела: Учебное пособие/А.И.Морозов - Долгопрудный: Интеллект, 2015. - 216 с. ISBN 978-5-91559-191-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/518200> (дата обращения: 19.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Стуканов, В. А. Материаловедение: Учебное пособие/Стуканов В. А. - Москва : ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 368 с. (Профессиональное образование) ISBN 978-5-8199-0352-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/508597> (дата обращения: 19.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

2. Материаловедение: Учебник / В.Т. Батиенков, Г.Г. Сеферов, А.Л. Фоменко, Г.Г. Сеферов; Под ред. В.Т. Батиенкова. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 151 с. . ISBN 978-5-16-005537-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/417979> (дата обращения: 19.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 27.03.02 - Управление качеством

Профиль подготовки: Управление роботизированными производственными системами

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.