

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Набережночелнинский институт (филиал)
Отделение информационных технологий и энергетических систем



УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель
директора НЧИ КФУ

Симонова Л.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Материаловедение

Направление подготовки: 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

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)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
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) доцент, к.н. (доцент) Акст Е.Р. (Кафедра материалов, технологий и качества, Автомобильное отделение), ev.akst@yandex.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	способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ПК-1	способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные классы современных материалов, их наиболее важные характеристики и области применения;
- взаимосвязь физико-механических свойств материалов с их химическим составом и структурой;
- физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производ-ства и эксплуатации изделий из них при воздействии различных факторов.

Должен уметь:

- оценивать и прогнозировать внутренние процессы и поведение материалов при из-менении параметров окружающей среды (температуры, давления и т.п.);
- назначать соответствующую обработку для получения заданных структур и свойств материалов, обеспечивающих надежность продукции.

Должен владеть:

- методами исследования структуры, определения физико-механических свойств и технологических показателей материалов;
- навыками правильного выбора материалов и способов их обработки для получения изделий с требуемыми характеристиками.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.1 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника (Промышленная теплоэнергетика)" и относится к обязательным дисциплинам.

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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 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	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Строение и свойства материалов	1	4	0	4	5
2.	Тема 2. Основы теории сплавов	1	2	0	2	5
3.	Тема 3. Стали и чугуны	1	4	0	4	6
4.	Тема 4. Термическая и химико-термическая обработка материалов	1	2	0	2	5
5.	Тема 5. Стали и сплавы специального назначения	1	2	0	2	5
6.	Тема 6. Цветные металлы и сплавы	1	2	0	2	5
7.	Тема 7. Основные неметаллические материалы и композиты	1	2	0	2	5
	Итого		18	0	18	36

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Строение и свойства материалов

1.1. Основные представления об атомно-кристаллическом строении и свойствах материалов.

Свойства материалов и методы их исследования. Агрегатные состояния и превращения веществ. Тепловые и диффузионные процессы в материалах. Кристаллическое и аморфное состояние твёрдых тел. Монокристаллы и поликристаллическое строение материалов. Понятие кристаллической решётки и структуры кристаллов. Элементарная ячейка, система симметрии, периоды кристаллической решётки и базис кристаллической структуры. Индексы кристаллографических направлений и атомных плоскостей. Изотропия и анизотропия материалов. Точечные, линейные, поверхностные и объёмные дефекты кристаллической структуры. Влияние дефектов структуры на свойства материалов.

1.2. Структура и свойства металлов.

Общая характеристика и классификация металлов. Металлическая межатомная связь, модель "электронного газа" и свойства металлов. Наиболее характерные для металлов физические, химические, технологические и механические свойства. Кристаллическая структура металлов (ОЦК, ГЦК и ГПУ-решётки). Явление полиморфизма и полиморфные превращения в металлах и сплавах.

1.3. Формирование микроструктуры металлов и сплавов при затвердевании.

Термодинамические условия и механизм процесса кристаллизации металлических материалов. Теоретическая (равновесная) и фактическая температуры кристаллизации. Переохлаждение расплава. Кривые охлаждения металлов и сплавов. Механизм процесса кристаллизации расплава. Критический размер зародыша. Зависимость размера зерна металла от степени переохлаждения расплава. Строение слитка металлического материала.

1.4. Деформация и разрушение материалов.

Упругая и пластическая деформация материалов. Сдвигово-дислокационный механизм пластической деформации. Статические, динамические и циклические методы механических испытаний материалов. Усталость и ползучесть металлических материалов. Испытания материалов на одноосное растяжение. Диаграмма растяжения металлов. Предел текучести и прочности, жёсткость, пластичность и вязкость материалов. Развитие наклёпа под воздействием холодной пластической деформации. Возврат и рекристаллизация металлов, подвергнутых пластической деформации. Холодная и горячая деформация. Механизм разрушения металлических материалов. Вязкое и хрупкое разрушение материалов.

Тема 2. Основы теории сплавов

2.1. Фазы и диаграммы состояния сплавов.

Понятие сплава. Взаимодействие компонентов сплава. Фазы металлических сплавов (твёрдые растворы, химические соединения, чистые компоненты). Понятие диаграммы состояния сплава и термический метод построения диаграмм. Линии диаграмм "ликвидус" и "солидус". Эвтектическое, эвтектоидное и перитектическое превращения в сплавах. Правило отрезков. Основные типы диаграмм состояния двухкомпонентных сплавов.

2.2. Структурно-фазовые превращения в железоуглеродистых сплавах.

Фазы и структурные составляющие сплавов железа с углеродом (феррит, аустенит, цементит, графит, перлит, ледебурит). Диаграммы состояния "железо-цементит" и "железо-графит". Фазовые превращения в железуглеродистых сплавах.

Тема 3. Стали и чугуны

3.1. Углеродистые стали.

Общая характеристика и классификация сплавов железа с углеродом. Стали и чугуны. Сущность способов получения чугунов и сталей. Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства сталей. Дозвтектоидные, эвтектоидные и заэвтектоидные стали. Конструкционные и инструментальные стали. Классификация сталей по способу производства, степени раскисления, структуре, качеству и назначению. Маркировка углеродистых сталей.

3.2. Микроструктура и свойства чугунов.

Белые и графитные чугуны, область их применения. Образование графитных включений в чугунах и факторы, влияющие на процесс графитизации. Серые, ковкие и высокопрочные чугуны. Микроструктура, свойства и маркировка чугунов.

3.3. Легированные стали.

Общая характеристика и классификация легированных сталей. Влияние различных легирующих элементов на структуру и свойства сталей. Карбидообразование и карбидообразующие легирующие элементы. Маркировка легированных сталей.

Тема 4. Термическая и химико-термическая обработка материалов

4.1. Теоретические основы термической обработки материалов.

Сущность и основные параметры термообработки. Отжиг, закалка, отпуск, нормализация и старение. Структурно-фазовые превращения в сталях при нагреве и охлаждении. Образование зёрен аустенита из перлита при нагреве. Наследственно мелкозернистые и крупнозернистые стали. Перегрев и пережог материала. Превращение аустенита в феррито-цементитную смесь при охлаждении сталей. Диаграмма изотермического распада аустенита. Сорбит, троостит, бейнит и мартенсит. Превращение аустенита в мартенсит при быстром охлаждении сталей. Критическая скорость охлаждения. Превращения при отпуске закалённых сталей.

4.2. Термическая обработка сталей.

Основные операции термообработки сталей и их назначение. Отжиг и нормализация углеродистых сталей. Виды закалки и отжига. Выбор температуры нагрева при закалке углеродистых сталей. Закалка доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей. Закалочные среды и способы закалки. Прокаливаемость. Отпуск закалённых сталей. Поверхностная закалка углеродистых сталей. Особенности термообработки легированных сталей.

4.3. Химико-термическая обработка.

Физические основы и параметры химико-термической обработки сплавов. Классификация видов химико-термической обработки. Азотирование стали. Механизм образования и строение азотированного слоя. Технология азотирования. Цементация и нитроцементация стали. Борирование и силицирование. Диффузионная металлизация (алитирование и хромирование).

Тема 5. Стали и сплавы специального назначения

5.1. Инструментальные стали и сплавы.

Стали для режущего инструмента. Быстрорежущие стали. Металлокерамические твёрдые сплавы. Стали для штампов холодного и горячего деформирования, а также форм литья под давлением. Материалы абразивных инструментов и режущая керамика. Стали для измерительного инструмента.

5.2. Сплавы с особыми свойствами.

Износостойкие материалы. Стали, устойчивые против коррозии. Антифрикционные и фрикционные материалы. Высокопрочные, жаростойкие и жаропрочные стали и сплавы. Рессорно-пружинные и шарикоподшипниковые стали. Магнитные и электротехнические стали и сплавы.

Тема 6. Цветные металлы и сплавы

6.1. Алюминий и сплавы на его основе.

Алюминий. Классификация и маркировка алюминиевых сплавов. Деформируемые алюминиевые сплавы. Сплавы алюминия с марганцем и магнием. Дуралюмины. Литейные алюминиевые сплавы. Силумины.

6.2. Медь и её сплавы.

Медь. Сплавы меди с цинком (латуни). Свойства, область применения и маркировка латуней. Сплавы меди с оловом и другими элементами (бронзы). Классификация бронз и маркировка. Медно-никелевые сплавы.

Тема 7. Основные неметаллические материалы и композиты

7.1. Пластмассы, стекло, керамика и резиновые материалы.

Полимеры. Форма и структура макромолекул полимеров. Термопластичные и терморезистивные материалы. Пластмассы. Конструкционные материалы на органической основе. Каучуки и резиновые материалы. Конструкционные материалы на неорганической основе. Стекло, ситаллы и керамика.

7.2. Композиционные материалы.

Компоненты композиционных материалов. Композиционные материалы с металлической матрицей. Волокнистые композиционные материалы. Дисперсноупрочнённые композиционные материалы. Материалы с неметаллической матрицей.

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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/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)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 1			
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ОПК-2	1. Строение и свойства материалов 3. Стали и чугуны 4. Термическая и химико-термическая обработка материалов
2	Тестирование	ОПК-2	1. Строение и свойства материалов
3	Устный опрос	ОПК-2	1. Строение и свойства материалов 2. Основы теории сплавов 3. Стали и чугуны
	Экзамен	ОПК-2, ПК-1	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 1					
Текущий контроль					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	2
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 1

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Темы 1, 3, 4

Лабораторная работа 1. Микроскопический метод исследования металлов и сплавов - 2 часа.

Целью лабораторной работы является приобретение навыков анализа микроструктуры металлических материалов. В ходе работы осваивается технология изготовления микрошлифа, изучаются устройство, принцип работы и основные характеристики металлографического микроскопа.

Контрольные вопросы:

1. Что такое микрошлиф, как он готовится и для чего?
2. Какие существуют способы полировки микрошлифа?
3. С какой целью применяется травление микрошлифа?
4. Чем отличается изображение, получаемое в микроскопе после полирования и травления микрошлифов?
5. Какие элементы структуры можно наблюдать на нетравленном микрошлифе?
6. На чём основано выявление зернистой структуры металлических материалов?
7. Каков принцип работы металлографического микроскопа?
8. Назовите основные характеристики металлографического микроскопа.
9. Что такое увеличение металлографического микроскопа?
10. Что представляет собой разрешающая способность микроскопа, от чего она зависит?

Лабораторная работа 2. Определение твёрдости металлов и сплавов - 2 часа.

Понятие твёрдости и микротвёрдости материала. Способы и единицы измерения твёрдости. Взаимосвязь между твёрдостью и другими механическими характеристиками металлов и сплавов. Методы определения твёрдости материалов по Бринеллю, Роквеллу и Виккерсу. Выбор индентора и подаваемой на него нагрузки в зависимости от твёрдости и размеров испытуемого образца. Определение микротвёрдости материалов.

Контрольные вопросы:

1. Что называют твёрдостью материалов?
2. Какие существуют методы определения твёрдости?
3. В чём состоит метод Бринелля?
4. Единицы измерения твёрдости?
5. Сущность метода Роквелла?
6. Сходство и различия методов Бринелля и Виккерса?
7. Особенности измерения микротвёрдости?

Лабораторная работа 3. Элементы кристаллографии - 4 часа.

Цель практикума - ознакомиться с атомно-кристаллическим строением материалов, понятием кристаллической решётки и её основными параметрами; научиться определять координаты узлов кристаллической решётки, индексы кристаллографических направлений и атомных плоскостей.

Контрольные вопросы:

1. Что такое кристаллическая решётка?
2. Что такое элементарная ячейка?
3. Как вы понимаете полиморфизм?
4. Как определяются индексы узлов кристаллической решетки?
5. Как определяются индексы кристаллографических направлений?
6. Как определяются индексы атомных плоскостей?
7. Что такое семейство атомных плоскостей?

Лабораторная работа 4. Формирование зернистой структуры металлов и сплавов при затвердевании - 2 часа.

Термодинамические основы процесса кристаллизации. Равновесная (теоретическая) и фактическая температуры кристаллизации. Кинетика и механизм образования зародышей кристаллов. Критический размер зародыша. Зависимость размера зёрен металлов и сплавов от степени переохлаждения расплава. Строение слитка спокойной стали.

Контрольные вопросы:

1. Что называют процессом кристаллизации?
2. Что означают теоретическая и фактическая температуры кристаллизации?

3. При каких условиях развивается процесс кристаллизации жидкого расплава?
4. Что такое скрытая теплота кристаллизации?
5. Как выглядит кривая охлаждения металлов и сплавов?
6. Что представляет собой степень переохлаждения расплава?
7. Каков механизм процесса кристаллизации?
8. Что такое критический размер зародыша?
9. От чего и как зависит скорость образования зародышей и скорость роста кристаллов?
10. Как зависит размер зерна металла от степени переохлаждения жидкого расплава?

Лабораторная работа 5. Изучение микроструктуры углеродистых сталей - 4 часа.

Фазы и структурные составляющие железоуглеродистых сплавов: феррит, аустенит, цементит, перлит. Диаграммы состояния "железо-цементит" и "железо-графит". Доэвтектоидные, эвтектоидные и заэвтектоидные стали.

Контрольные вопросы:

1. Что такое стали?
2. Классификация сталей по диаграмме "железо-углерод".
3. Определение основных фаз системы - феррит, аустенит, цементит.
4. Методика определения содержания углерода по микроструктуре в доэвтектоидной стали.
5. Сущность полиморфных превращений железа.
6. Проанализировать характер превращений в системе железо-углерод при нагреве и охлаждении с применением правила фаз для сплавов, указанного состава.
7. Проиллюстрировать применение правила отрезков на диаграмме "железо-углерод".

Лабораторная работа 6. Изучение микроструктуры чугунов - 4 часа.

Белые и графитные чугуны. Факторы, влияющие на процесс графитизации чугунов. Формы графитных включений в чугунах. Доэвтектические, эвтектические и заэвтектические чугуны. Серые, ковкие и высокопрочные чугуны, способы их получения и свойства.

Контрольные вопросы:

1. В чем различие между сталями и чугунами?
2. Особенности структурных превращений при кристаллизации и последующем охлаждении белых чугунов.
3. Строение и свойства белых, серых, высокопрочных и ковких чугунов.
4. Сущность и назначение модифицирования чугунов.
5. Каковы необходимые условия для графитизации?
6. Как получается ковкий чугун?
7. Классификация и область применения чугунов.

2. Тестирование

Тема 1

Пример тестовых заданий:

1. Какие из перечисленных материалов относятся к аморфным материалам?
 - а) глина
 - б) оконное стекло
 - в) олово и свинец
 - г) алюминиевые сплавы
 - д) резина
2. Какие вещества с повышением температуры постепенно размягчаются и плавно переходят в жидкое состояние?
 - а) пластичные
 - б) вязкие
 - в) аморфные
 - г) кристаллические
 - д) поликристаллические
3. Вещество находится в жидком состоянии, если средняя энергия движения его атомов или молекул ... средней энергии их взаимодействия.
 - а) больше
 - б) значительно больше
 - в) значительно меньше

- г) примерно равна
- д) меньше

4. Если средняя энергия взаимодействия частиц вещества преобладает над средней энергией их движения, вещество является ...

- а) жидким
- б) твёрдым
- в) жёстким
- г) газообразным
- д) прочным

5. Какие из перечисленных материалов имеют поликристаллическое строение?

- а) металлы и сплавы
- б) резина
- в) алмаз
- г) оконное стекло
- д) древесина

6. Монокристаллами являются ...

- а) железоуглеродистые сплавы
- б) бетон и гранит
- в) алмаз и рубин
- г) глина и песок
- д) оконное стекло и янтарь

7. Металлы и сплавы, полученные в обычных условиях, имеют ... строение.

- а) полиморфное
- б) поликристаллическое
- в) изоморфное
- г) хаотическое
- д) параметрическое

8. Структура металлов и сплавов, полученных в условиях сверхбыстрого охлаждения из жидкого состояния, является ...

- а) полиморфной
- б) монокристаллической
- в) изоморфной
- г) стабильной
- д) нестабильной

9. В кристаллических твёрдых телах частицы вещества располагаются в пространстве ...

- а) последовательно
- б) хаотически
- в) упорядоченно
- г) параллельно
- д) неупорядоченно

10. В аморфных твёрдых телах частицы вещества располагаются в пространстве ...

- а) хаотически
- б) упорядоченно
- в) закономерно
- г) последовательно
- д) параллельно

11. Какие из свойств материалов отражают их способность подвергаться тому или иному виду обработки?

- а) физические
- б) химические
- в) механические
- г) технологические
- д) эксплуатационные

12. Способность металлов хорошо отражать свет относится к их характерным ... свойствам.

- а) физическим
- б) химическим
- в) механическим
- г) технологическим
- д) эксплуатационным

13. Пластичность и прочность материала это ... свойства.

- а) химические
- б) механические
- в) физические
- г) эксплуатационные
- д) технологические

14. Способность материалов к установлению соединения посредством сварки относится к ... свойствам.

- а) эксплуатационным
- б) химическим
- в) физическим
- г) технологическим
- д) механическим

15. Какие свойства материалов характеризуют их поведение в тепловых, электромагнитных и гравитационных полях?

- а) технологические
- б) химические
- в) физические
- г) эксплуатационные
- д) механические

3. Устный опрос

Темы 1, 2, 3

Контрольные вопросы:

Тема 1.1. Основные представления об атомно-кристаллическом строении и свойствах материалов

1. Назовите основные факторы, определяющие свойства материалов?
2. Что понимается под структурой материала?
3. Отличия микроструктуры от макроструктуры?
4. Способы исследования микроструктуры материала?
5. Методы определения хим.состава материала?
6. Методы оценки механических свойств материалов?
7. Чем отличается кристаллическое состояние твёрдых тел от аморфного?
8. Что представляет собой кристаллическая решётка?
9. Что вкладывают в понятие "элементарная ячейка"?
10. Что такое система симметрии, периоды решётки и базис кристаллической структуры?

Тема 1.4. Деформация и разрушение материалов

1. Чем пластическая деформация отличается от упругой?
2. Сдвигово-дислокационный механизм пластической деформации?
3. Что такое наклёп?
4. Как изменяется микроструктура материала при наклёпе?
5. Что такое возврат?
6. В чём состоит рекристаллизация?
7. Отличие холодной деформации от горячей?
8. Механизм вязкого и хрупкого разрушения материалов?
9. Признаки хрупкого разрушения?
10. Чем вязкое разрушение отличается от хрупкого?

Тема 2, 3, 4

1. Что отличает металлы от других материалов?
2. Полиморфные превращения металлов?

3. Что такое сплав и фаза сплава?
4. Что представляет собой диаграмма состояния сплава?
5. Линии ликвидус и солидус?
6. Как использовать правило отрезков?
7. Эвтектика и эвтектоид?
8. Чем стали отличаются от чугунов?
9. Что отличает белые чугуны от графитных?
10. Какая форма графитных включений в серых, ковких и высокопрочных чугунах?
11. Чем отличается закалка доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей?
12. Что такое мартенсит?

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Свойства материалов (физические, химические, технологические, механические).
2. Факторы, определяющие свойства веществ.
3. Методы исследования элементного состава, структуры и свойств материалов.
4. Механические испытания материалов (статические, динамические, циклические).
5. Агрегатные состояния и превращения веществ. Тепловые и диффузионные процессы в материалах.
6. Аморфное и кристаллическое состояние твёрдых тел. Монокристаллы и поликристаллическое (зернистое) строение материалов.
7. Понятие кристаллической решётки и элементарной ячейки. Периоды решетки и система симметрии кристалла.
8. Структура кристаллов. Базис кристаллической структуры.
9. Индексы кристаллографических направлений и атомных плоскостей.
10. Изотропия и анизотропия материалов.
11. Точечные дефекты кристаллической структуры (вакансии и межузельные атомы).
12. Линейные дефекты кристаллической структуры (краевые и винтовые дислокации).
13. Поверхностные и объёмные дефекты структуры. Влияние дефектов структуры на свойства материалов.
14. Общая характеристика и классификация металлов.
15. Металлическая межатомная связь, модель "электронного газа" и свойства металлов.
16. Классическая теория проводимости металлов.
17. Кристаллическая структура металлов (ОЦК, ГЦК и ГПУ-решётки).
18. Явление полиморфизма и полиморфные превращения в металлах и сплавах.
19. Термодинамические условия и механизм процесса кристаллизации металлических материалов. Теоретическая (равновесная) и фактическая температуры кристаллизации.
20. Кривые охлаждения металлов и сплавов.
21. Зависимость размера зерна поликристаллического материала от степени переохлаждения расплава и строение слитка металла.
22. Упругая и пластическая деформация материалов. Механизм упругой деформации.
23. Сдвигово-дислокационный механизм пластической деформации.
24. Испытания материалов на одноосное растяжение. Диаграмма растяжения металлов.
25. Развитие наклёпа под воздействием холодной пластической деформации.
26. Возврат и рекристаллизация металлов, подвергнутых пластической деформации.
27. Вязкое и хрупкое разрушение материалов.
28. Понятие фазы и диаграммы состояния сплава. Построение диаграмм.
29. Фазы металлических сплавов (химические соединения, различные твёрдые растворы, механическая смесь чистых компонентов).
30. Основные типы диаграмм состояния двухкомпонентных сплавов. Правило отрезков.
31. Эвтектическое, эвтектоидное и перитектическое превращения в сплавах.
32. Фазы и структурные составляющие сплавов железа с углеродом (феррит, аустенит, цементит, графит, перлит и ледебурит).
33. Диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов.
34. Общая характеристика и классификация сплавов железа с углеродом. Сущность способов получения сталей и чугунов.
35. Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства сталей.
36. Классификация и маркировка углеродистых сталей.
37. Белые чугуны и графитные (серые, ковкие, высокопрочные). Маркировка чугунов.
38. Образование графитных включений в чугунах и факторы, влияющие на процесс графитизации.
39. Общая характеристика легированных сталей. Влияние различных легирующих элементов на структуру и свойства сталей.
40. Классификация и маркировка легированных сталей.
41. Сущность, основные параметры и операции термообработки.

42. Основные структурно-фазовые превращения в сталях при нагреве и охлаждении.
43. Образование зёрен аустенита из перлита при нагреве стали. Перегрев и пережог.
44. Превращение аустенита в феррито-цементитную смесь при охлаждении сталей.
45. Диаграмма изотермического распада аустенита.
46. Превращение аустенита в мартенсит при быстром охлаждении сталей.
47. Превращения при отпуске закалённых сталей.
48. Отжиг и нормализация углеродистых сталей.
49. Закалочные среды и способы закалки сталей.
50. Закалка доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей.
51. Отпуск закалённых сталей.
52. Поверхностная закалка углеродистых сталей.
53. Особенности термообработки легированных сталей.
54. Физические основы и параметры химико-термической обработки сплавов. Классификация видов химико-термической обработки.
55. Азотирование стали. Механизм образования и строение азотированного слоя.
56. Цементация и нитроцементация стали.
57. Диффузионная металлизация.
58. Стали для режущего инструмента.
59. Металлокерамические твёрдые сплавы.
60. Стали для штампов холодного и горячего деформирования.
61. Материалы абразивных инструментов и режущая керамика.
62. Стали для измерительного инструмента.
63. Износостойкие материалы.
64. Стали, устойчивые против коррозии.
65. Высокопрочные, жаростойкие и жаропрочные стали и сплавы.
66. Рессорно-пружинные и шарикоподшипниковые стали.
67. Магнитные и электротехнические стали и сплавы.
68. Алюминий и сплавы на его основе. Дуралюмины и силумины.
69. Латунь (классификация, свойства, область применения, маркировка).
70. Бронзы (классификация, свойства, область применения, маркировка).
71. Полимеры. Термопластичные и терморезистивные материалы. Пластмассы.
72. Каучуки и резиновые материалы.
73. Стекло, ситаллы и керамика.
74. Композиционные материалы с неметаллической матрицей.
75. Композиционные материалы с металлической матрицей (волоконные и дисперсноупрочнённые материалы).

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 1			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	20

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определенное количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.	2	15
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	3	15
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся дается время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

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)

Все о материалах и материаловедении - <http://materiall.ru/>

Материаловедение - www.materialscience.ru

ЭБС ZNANIUM - <http://znanium.com/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В процессе освоения дисциплины следует ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и вопросы для подготовки к экзамену, соблюдая изложенную последовательность разделов и тем дисциплины. При работе с терминами необходимо обращаться к словарям, в том числе доступным в сети Интернет, например, на сайте http://dic.academic.ru . Для активной работы во время лекционных занятий следует заранее ознакомиться с соответствующим разделом программы дисциплины, с рекомендованной литературой, а также просмотреть записи предыдущих лекций.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	При подготовке к лабораторным работам, а также в процессе их выполнения и оформления отчёта следует руководствоваться методическими указаниями к данным работам, которые имеются на кафедре материалов, технологий и качества НЧИ КФУ, а также в открытом доступе в сети Интернет (в частности, по адресу: https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F_643234044/Mikroskopicheskiy.metod.pdf?p_random=462119).
самостоятельная работа	Самостоятельная работа обучающихся имеет своей целью глубокое усвоение материала дисциплины, воспитание высокой творческой активности, инициативы, привычки к постоянному совершенствованию своих знаний, совершенствованию и закреплению навыков самостоятельной работы с литературой, умению найти нужный материал и самостоятельно его использовать. Основным условием успеха самостоятельной работы является её систематичность и планомерное распределение в течение всего периода изучения дисциплины.
тестирование	Тестирование по различным темам дисциплины проводится с использованием тестовых заданий из фонда оценочных средств, хранящихся на кафедре материалов, технологий и качества НЧИ КФУ. В тестовых заданиях каждый вопрос содержит 5 вариантов ответа, из которых только один правильный. Если Вам кажется, что правильных ответов больше, выбирайте тот, который, на Ваш взгляд, наиболее точный, полный, правильный.
устный опрос	При подготовке к устному опросу необходимо заранее проработать соответствующий раздел дисциплины, ориентируясь при этом на предварительно обозначенные для практического занятия вопросы. При составлении ответов нужно учитывать, насколько качественно раскрыто содержание темы, и насколько хорошо структурирован ответ.
экзамен	При подготовке к экзамену необходимо активно использовать конспекты лекций, методические пособия, а также рекомендованную литературу, ориентируясь при этом на программу дисциплины и вопросы, предназначенные для подготовки к экзамену. Экзаменационный билет содержит два вопроса, на каждый из которых нужно дать минимальный исчерпывающий ответ, для получения удовлетворительной оценки.

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.

Специализированная лаборатория.

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 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" и профилю подготовки "Промышленная теплоэнергетика".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Основная литература:

1. Тарасенко Л. В. Материаловедение: учебное пособие для вузов / Л. В. Тарасенко, С. А. Пахомова, М. В. Унчикова, С. А. Герасимов; под ред. Л. В. Тарасенко. - Москва : НИЦ Инфра-М, 2012. - 475 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-004868-0. - Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/257400>.
2. Материаловедение и технология материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / под ред. А.И. Батышева, А.А. Смолькина. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 288 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - В пер. - ISBN 978-5-16-004821-5. - Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/397679>.
3. Токмин А. М. Выбор материалов и технологий в машиностроении [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. М. Токмин, В. И. Темных, Л. А. Свечникова. - Москва : НИЦ ИНФРА-М; Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2013. - 235 с. - В пер. - ISBN 978-5-16-006377-5. - Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/374609>.

Дополнительная литература:

1. Стуканов В. А. Материаловедение: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. А. Стуканов. - Москва : ИД ФОРУМ : НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 368 с.: ил. - В пер. - ISBN 978-5-8199-0352-0. - Режим доступа : <https://znanium.com/catalog/product/430337>.
2. Горохов В. А. Материалы и их технологии: В 2 ч.: учебник [Электронный ресурс] / В. А. Горохов, Н. В. Беляков, А. Г. Схиртладзе; под ред. В. А. Горохова. - Москва : НИЦ ИНФРА-М; Минск : Новое знание, 2014. Ч. 1. - 589 с. - (Высшее образование). - В пер. - ISBN 978-5-16-009531-8. - Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/446097>.
3. Сироткин О. С. Основы инновационного материаловедения / О. С. Сироткин. - Москва: ИНФРА-М, 2011. - 158 с. - (Научная мысль; Материаловедение). - ISBN 978-5-16-004948-9. - Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/226469>.
4. Тимофеев В. Л. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Л. Тимофеев, В. П. Глухов и др.; под общ. ред. В. Л. Тимофеева. - 3-е изд., испр. И доп. - Москва : ИНФРА-М, 2011. - 272 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-004749-2. - Режим доступа : <https://znanium.com/catalog/product/220150>.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.1 Материаловедение

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

Направление подготовки: 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

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.