

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института металлургии,
машиностроения и материаловедения
А.С. Савинов
«12» сентября 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования—бакалавриат

Программа подготовки—академический бакалавриат

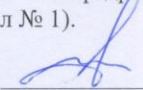
Форма обучения - очная

Институт	Металлургии, машиностроения и материаловедения
Кафедра	Технологии металлургии и литейных процессов
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе образовательного стандарта № 1081 от 01.10.2015

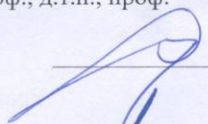
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологий металлургии и литейных процессов 31 августа 2017 г. (протокол № 1).

Зав. кафедрой  / К.Н. Вдовин/

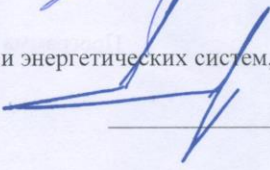
Рабочая программа одобрена методической комиссией института металлургии, машиностроения и материалов обработки 11 сентября 2017 г. (протокол № 1)

Председатель  / А.С. Савинов/

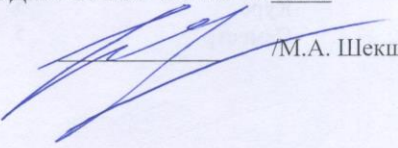
Рабочую программу составил: проф., д.т.н., проф.

 / А.Н. Емелюшин/

Согласовано: зав каф. Теплотехнических и энергетических систем, д.т.н., проф.

 / Е.Б. Агапитов/

Рецензент: _____доцент каф. МиТОДиМ ФГБОУ ВО МГТУ К.Т.Н.

 /М.А. Шекшеев/

Лист регистрации изменений и дополнений

[illegible]

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института металлургии,
машиностроения и материалов обработки

_____ А.С. Савинов
«12» сентября 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения - очная

Институт	Металлургии, машиностроения и материалов обработки
Кафедра	Технологии металлургии и литейных процессов
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе образовательного стандарта № 1081 от 01.10.2015

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологий металлургии и литейных процессов 31 августа 2017 г. (протокол № 1).

Зав. кафедрой _____ / К.Н. Вдовин/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института металлургии, машиностроения и материалов обработки 11 сентября 2017 г. (протокол № 1)

Председатель _____ / А.С. Савинов/

Рабочую программу составил: проф., д.т.н., проф.

_____ / А.Н. Емелюшин/

Согласовано: зав каф. Теплотехнических и энергетических систем, д.т.н., проф.

_____ / Е.Б. Агапитов/

Рецензент: _____доцент каф. МиТОДиМ ФГБОУ ВО МГТУ к.т.н.

_____ /М.А. Шекшеев/

Лист регистрации изменений и дополнений

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата. № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» является приобретение обучающимися теоретических знаний о факторах, определяющих свойства материалов, а также практических навыков контроля и прогнозирования свойств и поведения материалов в различных условиях их обработки и эксплуатации, необходимых для плодотворной проектно-конструкторской, организационно-управленческой, экспертной, надзорной, инспекционно-аудиторской и научно-исследовательской деятельности.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина Б1.В.11 «Материаловедение и технология конструкционных материалов» входит в вариативную часть блока 1.

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

- дисциплин базовой части блока 1: Б1.Б.10 Физика; Б1.Б.11 Общая и неорганическая химия.

Знания (умения, навыки), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для выполнения бакалаврской выпускной квалификационной работы, а также при изучении дисциплин «Вторичные энергоресурсы промышленных предприятий», «Энергетика теплотехнологии», «Теплоэнергетические системы промышленных предприятий».

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

В результате освоения дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций
ОПК-2: способностью демонстрировать базовые знания в области естественно-научных 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	
Знать	• структуру и основные свойства технических материалов; • атомно-кристаллическое строение металлов; • фазово-структурный состав сплавов; • типовые диаграммы состояния; • свойства железа и сплавов на его основе; • методы обработки металлов (деформация, резание, термическая обработка металлических материалов); • новые металлические материалы.
Уметь:	• использовать знание материаловедения и технологий обработки материалов при решении профессиональных задач; • прогнозировать на основе информационного поиска конкурентную способность материалов и технологий.
Владеть:	• навыками использования методов структурного анализа и опреде-

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций
	ления механических свойств материалов, техники проведения экспериментов и статистической обработки экспериментальных данных.
ПК-4: способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата	
Знать	• закономерности структурообразования, • фазовые превращения в материалах и методы их исследования, • влияние структурных характеристик на свойства материалов.
Уметь	• проводить металлографический анализ сталей, чугунов, цветных металлов и сплавов;
Владеть	• методами металлографического анализа, • методами обработки результатов контроля качества и определения характеристик материалов
ПК-8: готовностью к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования	
Знать	• типовые методы контроля режимов работы технологического оборудования • методы исследования свойств материалов, • влияние структуры на свойства материалов.
Уметь	• анализировать данные механических испытаний сталей, чугунов, цветных металлов и сплавов;
Владеть	• методами анализа структуры и свойств материалов, • методами и средствами контроля качества и определения характеристик материалов

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы 108 акад. часа, в том числе:

- контактная работа – 51,95 акад. часа;
- аудиторная – 51 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,95 акад. часа;
- самостоятельная работа – 56,05 акад. часа;

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
Тема 1. Введение. Материаловедение. Классификация материалов. Основные свойства материалов. Связь между структурой и свойствами материалов. Методы исследования структуры.	5	2		2	8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы п. 6.	Собеседование	ОПК-2 зуб ПК-4 зуб ПК-8 зуб
Тема 2. Атомно-кристаллическое строение металлов. Основные типы связей. Виды кристаллов. Кристаллическая решетка. Полиморфизм. Анизотропия. Дефекты кристаллического строения. Механизмы диффузии.	5	4		4	12	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы п. 6.. Подготовка к семинарскому занятию.	Собеседование Семинарское занятие.	ОПК-2 зуб ПК-4 зуб ПК-8 зуб
Тема 3. Кристаллизация расплавов Термодинамическое условия кристаллизации. Механизм кристаллизации металлов. Самопроизвольная и несамопроизвольная кристаллизация. Модифицирование. Дендритная кристаллизация. Строение слитка. Деформация металлов. Механические свойства.	5	4	8/2и	4/2и	12	Подготовка к лекционным и лабораторным занятиям п. 6. Самостоятельная проработка материала по темам: Кристаллизация расплавов. Упругая и пластическая деформация. Механизм деформации. Изменение структуры и свойств поликри-	Защита лабораторной работы, устный опрос, контрольная работа РК-1	ОПК-2 зуб ПК-4 зуб ПК-8 зуб

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
Упругая и пластическая деформация. Механизм деформации. Изменение структуры и свойств поликристаллического металла при деформации. Изменение структуры и свойств при нагреве деформированного металла. Испытания механических свойств.						сталлического металла при деформации. Изменение структуры и свойств при нагреве деформированного металла. Испытания механических свойств.		
Тема 4. Диаграммы состояния, типы структур материалов. Основные понятия теории сплавов. Диаграммы двойных систем. Железоуглеродистые сплавы. Формирование структуры сталей и чугунов в равновесном состоянии. Классификация, маркировка, свойства и применение легированных сталей. Формирование неравновесных структур. Фазовые превращения в железоуглеродистых сплавах при нагреве и охлаждении. Конструкционные стали. Инструментальные стали и сплавы. Стали и сплавы с особыми физическими и химическими свойствами	5	5	5/2и	3/2и	12	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы п. 6. Подготовка к практическому занятию	Защита лабораторной работы, устный опрос, контрольная работа	ОПК-2 зуб ПК-4 зуб ПК-8 зуб
Тема 5. Маркировка, свойства и применение сплавов цветных металлов. Алюминий и его сплавы. Медные сплавы. Сплавы титана.	5	2	4/2и	4/2и	12,05	Самостоятельная проработка материала по темам п. 6.	Защита лабораторной работы, устный опрос. РК-2	ОПК-2 зуб ПК-4 зуб

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
Неметаллические материалы.								ПК-8 зуб
Итого по дисциплине		17	17/6и	17/6и	56,05		Зачет	

5 Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции проходят как в традиционной форме, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается студентам для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия. Лекции читаются с использованием мультимедийного оборудования, презентационных материалов.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ и практических занятий, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении лабораторных занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

При выполнении лабораторных работ используется технология коллективного взаимодействия. Занятия проводятся в виде лабораторного анализа и эксперимента, при этом студенты работают совместно с последующим групповым анализом полученных результатов. Например, структуру сплавов определяет каждый студент при изучении экспериментальных образцов, а анализ полученных результатов по единичным показателям, выполненных отдельными студентами, проводится групповым методом.

На практических занятиях студенты учатся решать задачи, связанные с выбором, перспективных и экономичных сталей и сплавов, наиболее прогрессивных технологий их термообработки, обеспечивающих уменьшение металлоемкости машин и сооружений, повышение долговечности и надежности, снижение энергетических и трудовых затрат.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем, выполнения индивидуальных заданий, в процессе подготовки к контрольным работам и итоговой аттестации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Задания для практических работ

1. Измерить твердость образцов на приборе Роквелла.
2. Измерить твердость образцов на приборе Бринеля.
3. Описать структуру доэвтектоидной стали.
4. Описать структуру заэвтектоидной стали.
5. Рассмотреть структуры сплавов и найти белые чугуны.
6. Рассмотреть структуры сплавов и найти серые чугуны.
7. Расшифровать маркировки предложенных сталей.
8. Сделать шлифы предложенных сплавов.
9. Определить ударную вязкость образцов.
10. Выбрать методы испытаний износостойкости.

Вопросы для самостоятельной работы обучающихся

Тема 1.

1. Чем отличаются кристаллические тела от аморфных тел?

2. Какие материалы называют кристаллическими, а какие аморфными?
3. Какие типы кристаллических решеток вам известны? Охарактеризуйте их.
4. В чем сущность полиморфизма? Что такое полиморфное превращение?
5. Что такое анизотропия? Какова причина анизотропии?
6. Назовите основные свойства металлов.
7. Какова роль дислокаций в кристаллах?
8. Какую роль играют границы зерен в кристаллах?
9. Микроскопический и макроскопический методы исследования металлов.
10. Каков механизм кристаллизации?

Тема 2

1. Как влияет скорость охлаждения при кристаллизации на структуру?
2. Какими факторами определяется возможная степень переохлаждения жидкого металла ниже температуры кристаллизации?
3. Как можно получить аморфный металл?
4. Назовите параметры кристаллизации.
5. Что называют модифицированием при кристаллизации?
6. Какие меры можно предложить для того, чтобы обеспечить получение мелкого зерна при кристаллизации?
7. Какие кристаллические зоны могут формироваться в слитке?
8. Что называют усадочной раковинной? Почему она образуется?
9. В чем различие между упругой и пластической деформацией?
10. Каков механизм пластической деформации?

Тема 3

1. Какова причина механического наклепа?
2. Как меняются свойства металла при холодной пластической деформации?
3. Что такое текстура деформации?
4. Что такое температура рекристаллизации?
5. Какова роль рекристаллизационного отжига?
6. В чем различие между холодной и горячей пластической деформациями?
7. Чем отличаются хрупкое и вязкое разрушения?
8. Как определяются прочностные характеристики материала?
9. Как определяются пластические характеристики материала?
10. Какие характеристики определяются при динамических испытаниях?
11. Назовите методы определения твердости.
12. Типы фаз в металлических системах.
13. Что такое феррит, аустенит, цементит, графит?
14. Дайте характеристику основных фаз в стали.
15. Объясните структуру технического железа, доэвтектоидной, эвтектоидной, заэвтектоидной стали.
16. Опишите процесс графитизации в чугунах.
17. Укажите структурный признак стали, белого чугуна, серого чугуна.
18. Почему белый чугун не используют как конструкционный материал?

Тема 4

1. Как влияет рост зерна на свойства стали?
2. Назовите температурные области превращения переохлажденного аустенита.
3. При каком превращении есть и диффузия железа, и диффузия углерода?
4. Каков механизм перлитного превращения?
5. Что общего имеют структуры перлит, сорбит и троостит?
6. Каков механизм и особенности мартенситного превращения?

7. Что представляет собой мартенсит в углеродистой стали?
8. Что называют критической скоростью закали?
9. Как легирующие элементы влияют на устойчивость переохлажденного аустенита?
10. Что называют закалкой? Как она осуществляется?
11. Каковы цели и задачи отжига 1-го рода? Назовите разновидности этого отжига?
12. Каковы цели и задачи отжига 2-го рода? Назовите разновидности этого отжига?
13. Как распределяются легирующие элементы в сталях?
14. Как легирующие элементы влияют на фазовые превращения в стали?
15. Что указывается в маркировке легированных сталей?
16. В чем особенности микролегирования стали.
17. Основные группы конструкционных сталей.
18. Стали для цементации, нитроцементации и азотирования.
19. Стали и сплавы для режущих инструментов.

Тема 5

1. Быстрорежущие стали.
2. Штамповые стали.
3. Валковые стали.
4. Стали для мерительного инструмента.
5. Основные сплавы на основе меди (бронзы и латуни), их маркировка и применение.
6. Основные сплавы на основе алюминия (деформируемые, термически не упрочняемые и упрочняемые), их маркировка и применение.
7. Свойства и применение сплавов на основе титана.
8. Какие сплавы называют баббитами? Каковы принципы их создания. Приведите примеры таких сплавов.
9. Какие материалы называют порошковые материалы? Как их получают ?
10. Классификация, свойства и применение порошковых материалов.
11. Классификация, свойства и применение композиционных материалов.
12. Свойства и применение аморфных материалов?
13. Классификация, свойства и применение основных групп неметаллических материалов.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
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		
Знать	структуру и основные свойства технических материалов; атомно-кристаллическое строение металлов; фазово-структурный состав сплавов; типовые диаграммы состояния; свойства железа и сплавов на его основе; методы обработки металлов (деформация, резание, термическая обработка металлических материалов).	1. Перечень теоретических вопросов к зачету: 2. Структура и свойства материалов. Аморфное и кристаллическое состояние материала. 3. Методы изучения структуры материалов. 4. Кристаллическая решетка. Основные типы решеток металлов. 5. Дефекты кристаллического строения. 6. Анизотропия. 7. Механизм кристаллизации. Параметры кристаллизации. 8. Дендритная кристаллизация. 9. Виды ликвации. 10. Наклеп при пластической деформации. Роль дислокаций в упрочнении. 11. Механические свойства металлов. Конструктивная прочность. 12. Механические характеристики, определяемые при испытании на растяжение. 13. Твердость и способы ее определения. 14. Механические характеристики, определяемые при динамических испытаниях (ударная вязкость, температура хладноломкости). 15. Типы твердых фаз в металлических системах. 16. Характеристика компонентов и фаз системы Fe – C. 17. Превращения и формирование структуры в сталях (белых чугунах, серых чугунах) в равновесном состоянии 18. Классификация, маркировка и применение серых чугунов (литейный, высокопрочный, ковкий, отбеленный, антифрикционный). 19. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали. 20. Классификация, маркировка и применение углеродистых сталей (обыкновенного качества, качественной конструкционной, инструментальной). 21. Превращения при нагреве стали.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		22. Превращения при непрерывном охлаждении стали. 23. Превращения при нагреве (при отпуске) закаленной стали. 24. Классификация, маркировка и применение конструкционных легированных сталей (строительная, машиностроительная для холодной штамповки, улучшаемая, рессорно-пружинная, шарикоподшипниковая, стали для закалки ТВЧ, стали для ХТО). 25. Отжиг стали. 26. Закалка стали. 27. Отпуск стали. Старение. 28. Химико-термическая обработка. 29. Сплавы на основе меди (бронзы, латуни). 30. Сплавы на основе алюминия. 31. Сплавы на основе титана. Баббиты. 32. Порошковые, композиционные, аморфные материалы. 33. Свойства и применение основных групп неметаллических материалов.
Уметь	использовать знание материаловедения и технологий обработки материалов при решении профессиональных задач; прогнозировать на основе информационного поиска конкурентную способность материалов и технологий.	Примерные практические задания для зачета: 1. Каковы размеры структурных элементов, которые можно увидеть (разрешить) с помощью оптического (светового) микроскопа? Как выбрать полезное увеличение микроскопа? Какова основная особенность приготовления объекта для микроскопического исследования? 2. Объяснить, зачем необходимо исследовать макроструктуру? Какими методами это можно сделать? Что может служить объектом макроанализа? 3. Каким методом можно установить тип кристаллической решетки металла и ее параметры? Какие типы решеток встречаются у металлов? Почему они называются плотноупакованными? 4. Приведите пример влияния типа связи (типа кристаллической решетки) на свойства материала. 5. Почему свойства кристаллического материала, измеренные в разных направлениях, могут отличаться? В каких материалах это явление не наблюдается и почему? 6. Почему при холодной пластической деформации (штамповке или вытяжке) могут образовываться фестоны по кромке (краю) изделия? 7. Объяснить, чем различаются α -железо, γ -железо и δ -железо? 8. Почему при холодной пластической деформации возрастают прочностные характеристики? Как это явление называется? В каких случаях это явление нежелательно?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		9. Пояснить графически физический смысл понятия «равновесная температура кристаллизации (плавления)». Какое условие необходимо выполнить, чтобы начался процесс кристаллизации? 10. Объяснить, в чем отличие кривых охлаждения кристаллических и аморфных тел? Можно ли получить аморфный металл (металлическое стекло)? 11. Почему зерна закристаллизовавшегося металлического материала не имеют геометрически правильной формы? 12. Какую цель преследуют при введении в расплав (жидкий металл) модификаторов? Привести примеры действия модификаторов. 13. Объяснить, в какой отливке зерно закристаллизовавшегося металла будет больше: при разливке жидкого металла в песчаную форму или в металлическую? 14. Объяснить к чему может привести перегрев расплава перед разливкой его в формы (изложницы)? 15. Объяснить, при какой деформации можно необратимо изменить форму, размеры и свойства материала – упругой или пластической? 16. Объяснить, что происходит при формировании текстуры в деформированном материале? 17. Зачем требуется восстанавливать пластичность холоднодеформированного листа (калиброванной заготовки, волоченой проволоки)? Какой обработкой это можно сделать? 18. Объяснить какое свойство материала характеризует твердость. На чем основываются методы измерения твердости? В чем их отличие? 19. Как проводят испытание на ударную вязкость? Какова его цель? 20. С какой целью проводят усталостные испытания?
Владеть	навыками использования методов структурного анализа и определения механических свойств материалов, техники проведения экспериментов и статистической обработки экспериментальных данных.	Примерные практические задания для зачета по решению задач из профессиональной области 1. Как провести макроанализ? Каковы его цели, методы? Объяснить, как выбрать содержание углерода в стали для изготовления детали машин, конструкции или сооружения. 2. Как по структурному признаку можно определить сталь (белый чугун, серый чугун, половинчатый чугун, железо технической чистоты)? 3. Объяснить, можно ли использовать белый чугун в качестве конструкционного материала. 4. Объяснить преимущества серого чугуна по сравнению со сталью. 5. Объяснить, можно ли использовать белый чугун в качестве конструкционного материала?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		6. Объяснить, какая форма графита в меньшей степени ослабляет металлическую основу чугуна? Как получить такую форму графита в отливке? 7. Как получить отливку со структурой ковкого чугуна? Каковы разновидности структуры такого чугуна и его свойства? 8. Почему не происходит упрочнения стали при горячей пластической деформации при 1050 °С? 9. Почему деформация свинца (Тпл. = 327 °С) при комнатной температуре является горячей деформацией? 10. При рекристаллизационном отжиге холоднокатаной ленты из стали 08кп охлаждение в интервале температур 680 – 370 °С ведут с малой скоростью. Почему это необходимо? 11. Назначить режим рекристаллизационного отжига для низкоуглеродистой холоднокатаной листовой стали. 12. Как определяют склонность стали к росту зерна при нагреве? 13. Назначить режим полного отжига для стали марки 45. 14. Назначить режим нормализации для стали марки 45. 15. Выбрать термическую обработку для исправления видманштеттовой структуры в стальной отливке. 16. Выбрать термическую обработку для исправления крупнозернистой структуры горячекатаной стали. 17. Выбрать закалочную среду, обеспечивающую наибольшую прокаливаемость углеродистой стали. 18. Выбрать закалочную среду для закалки легированной углеродистой стали. 19. Выбрать режим отпуска закаленной стали, обеспечивающий сохранение высокой твердости. 20. Выбрать режим отпуска закаленной стали, обеспечивающий высокие упругие свойства
ПК-4: способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата		
Знать	закономерности структурообразования, фазовые превращения в материалах и методы их исследования, влияние структурных характеристик на свойства материалов.	1. Перечень теоретических вопросов к зачету: 2. Структура и свойства материалов. Аморфное и кристаллическое состояние материала. 3. Методы изучения структуры материалов. 4. Кристаллическая решетка. Основные типы решеток металлов. 5. Дефекты кристаллического строения.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		6. Анизотропия. 7. Механизм кристаллизации. Параметры кристаллизации. 8. Дендритная кристаллизация. 9. Виды ликвации. 10. Наклеп при пластической деформации. Роль дислокаций в упрочнении. 11. Механические свойства металлов. Конструктивная прочность. 12. Механические характеристики, определяемые при испытании на растяжение. 13. Твердость и способы ее определения. 14. Механические характеристики, определяемые при динамических испытаниях (ударная вязкость, температура хладноломкости). 15. Типы твердых фаз в металлических системах. 16. Характеристика компонентов и фаз системы Fe – C. 17. Превращения и формирование структуры в сталях (белых чугунах, серых чугунах) в равновесном состоянии 18. Классификация, маркировка и применение серых чугунов (литейный, высокопрочный, ковкий, отбеленный, антифрикционный). 19. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали. 20. Классификация, маркировка и применение углеродистых сталей (обыкновенного качества, качественной конструкционной, инструментальной). 21. Превращения при нагреве стали. 22. Превращения при непрерывном охлаждении стали. 23. Превращения при нагреве (при отпуске) закаленной стали. 24. Классификация, маркировка и применение конструкционных легированных сталей (строительная, машиностроительная для холодной штамповки, улучшаемая, рессорно-пружинная, шарикоподшипниковая, стали для закалки ТВЧ, стали для ХТО). 25. Отжиг стали. 26. Закалка стали. 27. Отпуск стали. Старение. 28. Химико-термическая обработка. 29. Сплавы на основе меди (бронзы, латуни). 30. Сплавы на основе алюминия. 31. Сплавы на основе титана. Баббиты. 32. Порошковые, композиционные, аморфные материалы.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		33. Свойства и применение основных групп неметаллических материалов.
Уметь	проводить металлографический анализ сталей, чугунов, цветных металлов и сплавов;	Примерные практические задания для зачета: 21. Каковы размеры структурных элементов, которые можно увидеть (разрешить) с помощью оптического (светового) микроскопа? Как выбрать полезное увеличение микроскопа? Какова основная особенность приготовления объекта для микроскопического исследования? 22. Объяснить, зачем необходимо исследовать макроструктуру? Какими методами это можно сделать? Что может служить объектом макроанализа? 23. Каким методом можно установить тип кристаллической решетки металла и ее параметры? Какие типы решеток встречаются у металлов? Почему они называются плотноупакованными? 24. Приведите пример влияния типа связи (типа кристаллической решетки) на свойства материала. 25. Почему свойства кристаллического материала, измеренные в разных направлениях, могут отличаться? В каких материалах это явление не наблюдается и почему? 26. Почему при холодной пластической деформации (штамповке или вытяжке) могут образоваться фестоны по кромке (краю) изделия? 27. Объяснить, чем различаются α-железо, γ-железо и δ-железо? 28. Почему при холодной пластической деформации возрастают прочностные характеристики? Как это явление называется? В каких случаях это явление нежелательно? 29. Пояснить графически физический смысл понятия «равновесная температура кристаллизации (плавления)». Какое условие необходимо выполнить, чтобы начался процесс кристаллизации? 30. Объяснить, в чем отличие кривых охлаждения кристаллических и аморфных тел? Можно ли получить аморфный металл (металлическое стекло)? 31. Почему зерна закристаллизовавшегося металлического материала не имеют геометрически правильной формы? 32. Какую цель преследуют при введении в расплав (жидкий металл) модификаторов? Привести примеры действия модификаторов. 33. Объяснить, в какой отливке зерно закристаллизовавшегося металла будет больше: при разливке жидкого металла в песчаную форму или в металлическую? 34. Объяснить к чему может привести перегрев расплава перед разливкой его в формы (изложницы)?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		35. Объяснить, при какой деформации можно необратимо изменить форму, размеры и свойства материала – упругой или пластической? 36. Объяснить, что происходит при формировании текстуры в деформированном материале? 37. Зачем требуется восстанавливать пластичность холоднодеформированного листа (калиброванной заготовки, волоченой проволоки)? Какой обработкой это можно сделать? 38. Объяснить какое свойство материала характеризует твердость. На чем основываются методы измерения твердости? В чем их отличие? 39. Как проводят испытание на ударную вязкость? Какова его цель? 40. С какой целью проводят усталостные испытания?
Владеть	методами металлографического анализа, методами обработки результатов контроля качества и определения характеристик материалов	Примерные практические задания для зачета по решению задач из профессиональной области 21. Как провести макроанализ? Каковы его цели, методы? Объяснить, как выбрать содержание углерода в стали для изготовления детали машин, конструкции или сооружения. 22. Как по структурному признаку можно определить сталь (белый чугун, серый чугун, половинчатый чугун, железо технической чистоты)? 23. Объяснить, можно ли использовать белый чугун в качестве конструкционного материала. 24. Объяснить преимущества серого чугуна по сравнению со сталью. 25. Объяснить, можно ли использовать белый чугун в качестве конструкционного материала? 26. Объяснить, какая форма графита в меньшей степени ослабляет металлическую основу чугуна? Как получить такую форму графита в отливке? 27. Как получить отливку со структурой ковкого чугуна? Каковы разновидности структуры такого чугуна и его свойства? 28. Почему не происходит упрочнения стали при горячей пластической деформации при 1050 °С? 29. Почему деформация свинца ($T_{пл.} = 327\text{ °С}$) при комнатной температуре является горячей деформацией? 30. При рекристаллизационном отжиге холоднокатаной ленты из стали 08кп охлаждение в интервале температур 680 – 370 °С ведут с малой скоростью. Почему это необходимо? 31. Назначить режим рекристаллизационного отжига для низкоуглеродистой холоднокатаной листовой стали. 32. Как определяют склонность стали к росту зерна при нагреве?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		33. Назначить режим полного отжига для стали марки 45. 34. Назначить режим нормализации для стали марки 45. 35. Выбрать термическую обработку для исправления видманштеттовой структуры в стальной отливке. 36. Выбрать термическую обработку для исправления крупнозернистой структуры горячей-катаной стали. 37. Выбрать закалочную среду, обеспечивающую наибольшую прокаливаемость углеродистой стали. 38. Выбрать закалочную среду для закалки легированной углеродистой стали. 39. Выбрать режим отпуска закаленной стали, обеспечивающий сохранение высокой твердости. 40. Выбрать режим отпуска закаленной стали, обеспечивающий высокие упругие свойства
ПК-8: готовностью к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования		
Знать	типовые методы контроля режимов работы технологического оборудования методы исследования свойств материалов, влияние структуры на свойства материалов.	Перечень теоретических вопросов к зачету: 1. Структура и свойства материалов. Аморфное и кристаллическое состояние материала. 2. Методы изучения структуры материалов. 3. Кристаллическая решетка. Основные типы решеток металлов. 4. Дефекты кристаллического строения. 5. Анизотропия. 6. Механизм кристаллизации. Параметры кристаллизации. 7. Дендритная кристаллизация. 8. Виды ликвации. 9. Наклеп при пластической деформации. Роль дислокаций в упрочнении. 10. Механические свойства металлов. Конструктивная прочность. 11. Механические характеристики, определяемые при испытании на растяжение. 12. Твердость и способы ее определения. 13. Механические характеристики, определяемые при динамических испытаниях (ударная вязкость, температура хладноломкости). 14. Типы твердых фаз в металлических системах. 15. Характеристика компонентов и фаз системы Fe – C. 16. Превращения и формирование структуры в сталях (белых чугунах, серых чугунах) в

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		равновесном состоянии 17. Классификация, маркировка и применение серых чугунов (литейный, высокопрочный, ковкий, отбеленный, антифрикционный). 18. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали. 19. Классификация, маркировка и применение углеродистых сталей (обыкновенного качества, качественной конструкционной, инструментальной). 20. Превращения при нагреве стали. 21. Превращения при непрерывном охлаждении стали. 22. Превращения при нагреве (при отпуске) закаленной стали. 23. Классификация, маркировка и применение конструкционных легированных сталей (строительная, машиностроительная для холодной штамповки, улучшаемая, рессорно-пружинная, шарикоподшипниковая, стали для закалки ТВЧ, стали для ХТО). 24. Отжиг стали. 25. Закалка стали. 26. Отпуск стали. Старение. 27. Химико-термическая обработка. 28. Сплавы на основе меди (бронзы, латуни). 29. Сплавы на основе алюминия. 30. Сплавы на основе титана. Баббиты. 31. Порошковые, композиционные, аморфные материалы. 32. Свойства и применение основных групп неметаллических материалов.
Уметь	анализировать данные механических испытаний сталей, чугунов, цветных металлов и сплавов;	Примерные практические задания для зачета: 1. Каковы размеры структурных элементов, которые можно увидеть (разрешить) с помощью оптического (светового) микроскопа? Как выбрать полезное увеличение микроскопа? Какова основная особенность приготовления объекта для микроскопического исследования? 1. Объяснить, зачем необходимо исследовать макроструктуру? Какими методами это можно сделать? Что может служить объектом макроанализа? 2. Каким методом можно установить тип кристаллической решетки металла и ее параметры? Какие типы решеток встречаются у металлов? Почему они называются плотноупакованными? 3. Приведите пример влияния типа связи (типа кристаллической решетки) на свойства материала.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		4. Почему свойства кристаллического материала, измеренные в разных направлениях, могут отличаться? В каких материалах это явление не наблюдается и почему? 5. Почему при холодной пластической деформации (штамповке или вытяжке) могут образоваться фестоны по кромке (краю) изделия? 6. Объяснить, чем различаются α-железо, γ-железо и δ-железо? 7. Почему при холодной пластической деформации возрастают прочностные характеристики? Как это явление называется? В каких случаях это явление нежелательно? 8. Пояснить графически физический смысл понятия «равновесная температура кристаллизации (плавления)». Какое условие необходимо выполнить, чтобы начался процесс кристаллизации? 9. Объяснить, в чем отличие кривых охлаждения кристаллических и аморфных тел? Можно ли получить аморфный металл (металлическое стекло)? 10. Почему зерна закристаллизовавшегося металлического материала не имеют геометрически правильной формы? 11. Какую цель преследуют при введении в расплав (жидкий металл) модификаторов? Привести примеры действия модификаторов. 12. Объяснить, в какой отливке зерно закристаллизовавшегося металла будет больше: при разливке жидкого металла в песчаную форму или в металлическую? 13. Объяснить к чему может привести перегрев расплава перед разливкой его в формы (изложницы)? 14. Объяснить, при какой деформации можно необратимо изменить форму, размеры и свойства материала – упругой или пластической? 15. Объяснить, что происходит при формировании текстуры в деформированном материале? 16. Зачем требуется восстанавливать пластичность холоднодеформированного листа (калиброванной заготовки, волоченой проволоки)? Какой обработкой это можно сделать? 17. Объяснить какое свойство материала характеризует твердость. На чем основываются методы измерения твердости? В чем их отличие? 18. Как проводят испытание на ударную вязкость? Какова его цель? 19. С какой целью проводят усталостные испытания?
Владеть	методами анализа структуры и свойств материалов, методами и средствами контроля качества и определения характери-	Примерные практические задания для зачета по решению задач из профессиональной области 1. Как провести макроанализ? Каковы его цели, методы? Объяснить, как выбрать содержание углерода в стали для изготовления детали машин, конструкции или сооружения.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	стик материалов	1. Как по структурному признаку можно определить сталь (белый чугун, серый чугун, половинчатый чугун, железо технической чистоты)? 2. Объяснить, можно ли использовать белый чугун в качестве конструкционного материала. 3. Объяснить преимущества серого чугуна по сравнению со сталью. 4. Объяснить, можно ли использовать белый чугун в качестве конструкционного материала? 5. Объяснить, какая форма графита в меньшей степени ослабляет металлическую основу чугуна? Как получить такую форму графита в отливке? 6. Как получить отливку со структурой ковкого чугуна? Каковы разновидности структуры такого чугуна и его свойства? 7. Почему не происходит упрочнения стали при горячей пластической деформации при 1050 °С? 8. Почему деформация свинца ($T_{пл.} = 327\text{ °С}$) при комнатной температуре является горячей деформацией? 9. При рекристаллизационном отжиге холоднокатаной ленты из стали 08кп охлаждение в интервале температур 680 – 370 °С ведут с малой скоростью. Почему это необходимо? 10. Назначить режим рекристаллизационного отжига для низкоуглеродистой холоднокатаной листовой стали. 11. Как определяют склонность стали к росту зерна при нагреве? 12. Назначить режим полного отжига для стали марки 45. 13. Назначить режим нормализации для стали марки 45. 14. Выбрать термическую обработку для исправления видманштеттовой структуры в стальной отливке. 15. Выбрать термическую обработку для исправления крупнозернистой структуры горячекатаной стали. 16. Выбрать закалочную среду, обеспечивающую наибольшую прокаливаемость углеродистой стали. 17. Выбрать закалочную среду для закалки легированной углеродистой стали. 18. Выбрать режим отпуска закаленной стали, обеспечивающий сохранение высокой твердости. 19. Выбрать режим отпуска закаленной стали, обеспечивающий высокие упругие свойства

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Для оценки текущей успеваемости предусмотрен семестровый рейтинг-контроль знаний студентов. За один рейтинг-контроль обучающийся может набрать 30 баллов.

Дополнительный контроль выполнения самостоятельной работы студентов также осуществляется в процессе устного опроса. Суммарное количество баллов за СРС 30.

Обучаемый может получить зачет, набрав определенную сумму баллов:

- «зачтено» (от 61 и более баллов);
- «не зачтено» (менее 60 баллов).

Рекомендуемое распределение баллов текущего контроля
по видам учебных работ

№ п/п	Вид учебной работы	Итоговая аттестация, баллов
1	Посещение занятия	5
2	Рейтинг-контроль №1	30
3	Рейтинг-контроль №2	30
4	Выполнение семестрового плана СРС	30
5	Дополнительные баллы («бонус»)	5

Зачет по данной дисциплине может проводиться в устной форме в виде беседы по вопросам, представленным в разделе 6 с учетом набранных баллов.

Оценка «**зачтено**» ставится, если обучающийся демонстрирует сформированность компетенций не ниже порогового уровня: в ходе контрольных мероприятий могут допускаться ошибки, проявляющиеся в отсутствии отдельных знаний, умений, навыков.

– «**не зачтено**» – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература

1. Материаловедение и технология материалов в 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / Г. П. Фетисов [и др.] ; под редакцией Г. П. Фетисова. — 8-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 386 с. URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/434496>

2. Черепашин, А. А. Материаловедение : учебник / А. А. Черепашин, А. А. Смолькин. - Москва : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 288 с. - (Бакалавриат). - 978-5-906818-56-0. - ISBN 978-5-16-104678-4. - URL: <https://new.znaniyum.com/catalog/product/944309>

б) Дополнительная литература

1. Дмитренко, В. П. Материаловедение в машиностроении: учебное пособие / В. П. Дмитренко, Н. Б. Мануйлова. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 432 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — ISBN 978-5-16-010712-7. — URL: <https://new.znaniyum.com/catalog/product/949728>

2. Адашкин, А. М. Материаловедение в станкостроении: учебник / А. М. Адашкин. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 320 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — ISBN 978-5-16-107415-2. — URL: <https://new.znaniyum.com/catalog/product/1010941>

3. Земсков, Ю. П. Материаловедение: учебное пособие / Ю. П. Земсков. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-3392-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113910>

в) Методические указания

1. Материаловедение. Практикум. Емелюшин А.Н., Молочкова О.С., Петроченко Е.В. Магнитогорск. Изд. Центр ФГБОУ МГТУ им. Г.И. Носова. 2019. 64 с.
2. Материаловедение. Методы анализа структуры и свойств металлов и сплавов : учебное пособие / Т. А. Орелкина, Е. С. Лопатина, Г. А. Меркулова, Т. Н. Дроздова, А. С. Надолько; под ред. Т. А. Орелкиной. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2018. - 214 с. - ISBN 978-5-7638-3936-4. - URL: <https://new.znaniy.com/catalog/product/1032141>

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
Стандартные		
Microsoft Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
Microsoft Office 2007	№135 от 17.09.2007	Бессрочно
7Zip	Свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	Свободно распространяемое	бессрочно
Дополнительные		
Microsoft Windows 10 Pro	Д-1227 от 8.10.2018	11.10.2021

1. Федеральный институт промышленной собственности : сайт РОСПАТЕНТА / ФИПС. — Москва : ФИПС, 2009 — . — URL: <http://www1.fips.ru/> — Режим доступа: свободный. — Текст: электронный.
2. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) : национальная библиографическая база данных научного цитирования. — Текст: электронный // eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. — Москва, 2000 — . — URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp — Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Академия Google (Google Scholar) : поисковая система : сайт. — URL: <https://scholar.google.ru/> — Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. — Текст: электронный.
4. Единое окно доступа к информационным ресурсам : электронная библиотека : сайт / ФГАУ ГНИИ ИТТ "ИНФОРМИКА". — Москва, 2005. — . — URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный. — Текст: электронный.
5. East View Information Services : Электронная база периодических изданий / ООО «ИВИС. — URL: <https://dlib.eastview.com/> — Режим доступа: по подписке. — Текст: электронный.
6. Российская Государственная библиотека. Каталоги : сайт / Российская государственная библиотека. — Москва : РГБ, 2003 — . — URL: <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/> — Режим доступа: свободный. — Текст: электронный.
7. Электронная библиотека МГТУ им. Г. И. Носова. — URL: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp> — Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход с внешней сети по логину и паролю). — Текст: электронный.
8. Университетская информационная система РОССИЯ : научная электронная библиотека : сайт / НИВЦ ; Экономический факультет МГУ. — Москва : НИВЦ, 1997 — . — URL: <https://uisrussia.msu.ru> — Режим доступа: свободный. — Текст: электронный.

9. Web of science : Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://webofscience.com> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
10. Scopus : Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://scopus.com> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
11. Springer Journals : Международная база полнотекстовых журналов : сайт. – URL: <http://link.springer.com/> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
12. Springer Protocols : Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний : сайт. – URL: <http://www.springerprotocols.com/> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
13. SpringerMaterials : Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга : сайт. – URL: <http://materials.springer.com/> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
14. Springer Reference : Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний: сайт. – URL: <http://www.springer.com/references> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
15. zbMATH : Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике : сайт. – URL: <http://zbmath.org/> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
16. Springer Nature : Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий : сайт. – URL: <https://www.nature.com/siteindex> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.
17. Архив научных журналов : сайт / Национальный электронно-информационный консорциум. – Москва : НЭИКО, 2013 – . – URL: <https://archive.neicon.ru/xmlui/> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
18. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.
19. РУКОНТ : национальный цифровой ресурс : межотраслевая электронная библиотека : сайт / консорциум «КОТЕКСТУМ». – Сколково, 2010 – . – URL: <https://rucont.ru> – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение лаборатории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель. Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, читальные залы библиотеки
Помещение для хранения	Специализированная мебель. Станочный парк оборудования и

Тип и название аудитории	Оснащение лаборатории
и профилактического обслуживания учебного оборудования	инструменты для профилактического обслуживания и ремонта учебного оборудования