Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.09.2023 10:54:34
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
декан факультета
химической технологии
и биотехнологии
_____ / Ю.В. Данильчук /
«25» августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Материаловедение»

Направление подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль подготовки
«Автоматизированное проектирование технологических процессов и производств»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022 г.

Разработчик:

доцент,к.т.н., доцент  /С.В. Якутина/

Заведующий кафедрой «Материаловедение»,
д.т.н., профессор  /В.В. Овчинников/

Согласовано:

И. о. зав. кафедрой «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М. Б. Генералова»,
к.т.н., доцент  /А. С. Соколов/

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Материаловедение» следует отнести:
- подготовка студента к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению;
- познание природы и свойств материалов, а также методов их упрочнения для наиболее эффективного использования в технике.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Материаловедение» следует отнести:

- изучение основных понятий, терминов и определений в области конструкционных, инструментальных и функциональных материалов (маркировка, структура, свойства);
- изучение состава, структуры и свойств современных металлических и неметаллических материалов;
- освоение основ термической, химико-термической и термомеханической обработки;
- освоение видов разупрочняющей и упрочняющей обработки (отжиг, нормализация, закалка, отпуск, цементация и др.);
- изучение физической сущности явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации;
- освоение основных связей между строением материалов и их свойствами (твердостью, прочностью, износостойкостью, пластичностью и др.);
- изучение области применения различных современных материалов для изготовления продукции

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Материаловедение» относится к числу профессиональных учебных дисциплин базовой части (Блок 1.1) основной образовательной программы бакалавриата.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих *компетенций:*

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК - 5	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	ИОПК-5.1. Знает основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда ИОПК-5.2. Использует основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда ИОПК-5.3. Владеет навыками изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
ПК-3	Способен разрабатывать задания и исходные требования на изготовление нестандартного оборудования	ИПК-3.1 Владеет разработкой исходных требований на изготовление нестандартного оборудования ИПК-3.2 Умеет разрабатывать задания и исходные требования на изготовление нестандартного оборудования ИПК-3.3 Знает правила оформления исходных требований на изготовление нестандартного оборудования

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины в **очной форме** составляет **3** зачетных единиц, т.е. **108** академических часа, которые включают аудиторную работу (лекции, лабораторные работы), а также самостоятельную работу студентов. Форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Материаловедение» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Вводная часть

Значение и задачи курса материаловедение. Роль материалов в современной технике. Критерии оценки и выбора материалов. Работы отечественных и современных ученых в области материаловедения. Материаловедение, как наука, изучающая свойства материалов в связи с их составом и строением. Классификация материалов.

Физико-механические свойства материалов. Строение материалов

Основные понятия о свойствах материалов. Твердость, механические свойства, определяемые при статическом растяжении, ударная вязкость. Явление хладноломкости. Усталость материалов, предел выносливости. Износостойкость. Хрупкое и вязкое разрушение. Работа зарождения и распространения трещины. Понятие о конструкционной прочности.

Типы связей в твердых телах. Металлический тип связи. Атомно-кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решеток, их характеристики (параметр, координационное число, плотность упаковки), изотропия, анизотропия, квазиизотропия. Точечные, линейные и поверхностные дефекты, строение реальных металлов и сплавов (вакансии, дислокации, блоки мозаики, границы зерна). Теоретическая и реальная прочность металлов, влияние дефектов. Пути повышения прочности металлов.

Кристаллизация металлов первичная и вторичная. Термодинамические основы фазовых превращений. Кривые охлаждения, степень переохлаждения, факторы, влияющие на процесс кристаллизации, связь между степенью переохлаждения, числом центров кристаллизации и скоростью роста кристаллов. Величина зерна. Модифицирование жидкого металла. Полиморфные превращения.

Теория сплавов

Понятия о сплавах. Определение терминов: сплав, система, компонент, фаза. Твердые растворы, механические смеси, химические соединения. Диаграммы состояния двойных сплавов, методы их построения. Диаграмма состояния при полной нерастворимости компонентов в твердом состоянии, с ограниченной односторонней растворимостью. Определение химического состава фаз при использовании правила концентраций. Диаграмма состояния с полной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Дендритная ликвация в твердых растворах. Правило фаз. Диаграмма состояния систем с превращением в твердом состоянии (частичный и полный распад ограниченного твердого раствора, эвтектоидное превращение). Связь между структурой сплава, определяемой по диаграмме состояния и свойствам сплава. Диаграмма состояния железо-цементит. Характеристики компонентов.
Структурные составляющие и фазы на диаграмме железо-цементит. Сущность эвтектического и эвтекдоидного превращений. Применение правила концентраций и правила фаз на диаграмме железо-цементит.

Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали. Классификация сталей по способу производства, назначению и качеству. Маркировка углеродистых сталей. Листовые стали для холодной штамповки, автономные стали. Основные технические требования по ГОСТ для сталей.

Чугуны с графитом, половинчатые и белые. Влияние скорости охлаждения и химического состава чугуна на структуру. Отбел чугунов. Структура, свойства, области

применения и методы получения серых, ковких и высокопрочных чугунов. Маркировка чугунов.

Наклёп и рекристаллизация

Влияние пластической деформации на структуру и свойства металлов. Механизм пластической деформации моно- и поликристаллов. Размножение дислокаций при пластической деформации. Наклёп дробью, обработка роликами. Применение поверхностного наклепа в машиностроении. Возврат, полигонизация. Первичная и собирательная рекристаллизация. Холодная и горячая деформация. Термомеханическая обработка.

Термическая и химико-термическая обработка

Теория термической обработки

Виды термической обработки сталей. Превращения при нагреве стали. Рост зерна аустенита, наследственное и действительное зерно в стали. Перегрев и пережог. Превращение аустенита при непрерывном охлаждении. Диаграмма изотермического превращения аустенита. Перлитное превращение. Мартенситное превращение и его особенности. Превращение при отпуске, структура и свойства стали при отпуске. Отпускная хрупкость I и II рода.

Прокаливаемость и закаливаемость стали, факторы влияющие на прокаливаемость: влияние легирующих элементов, размера зерна аустенита, нерастворимых карбидов и включений. Методика определения критического диаметра по диаграмме прокаливаемости.

Технология термической обработки

Общая характеристика процессов термической обработки. Отжиг I рода без фазовой перекристаллизации. Режим отжига рекристаллизации.

Отжиг II рода с фазовой перекристаллизацией: для улучшения обрабатываемости, для измельчения зерна. Сфероидизация, отжиг – гомогенизация, нормализация. Изотермический отжиг.

Закалка стали. Основные параметры процесса: температура нагрева, длительность нагрева, скорость охлаждения. Основные требования к закалочным средам. Методы закалки: простая, прерывистая, ступенчатая и изотермическая. Дефекты закалки: образование трещин, деформация, окисление и обезуглероживание поверхности, методы борьбы с ними.

Основные параметры процессов отпуска углеродистых и легированных сталей. Обработка холодом. Влияние закалки и отпуска на механические свойства стали. Улучшение стали.

Поверхностная закалка, виды и области применения.

Химико-термическая обработка

Физические основы химико-термической обработки, понятие о коэффициенте диффузии. Цементация, режимы насыщения и последующих термической обработки углеродистых и легированных сталей, виды процесса, области применения. Нитроцементация, виды процесса, режимы, области применения. Применение атмосфер с автоматическим регулированием потенциала углерода для процесса цементации и нитроцементации.

Азотирование стали. Стали для азотирования, режимы их термической обработки, области применения процесса. Процесс низкотемпературного газового и жидкого азотирования, их особенности и области применения.

Новые методы химико-термической обработки. Лазерное легирование

Конструкционные и инструментальные материалы

Конструкционные легированные стали общего назначения.

Фазы, образуемые легирующими элементами в сталях. Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа, на свойства феррита и аустенита. Влияние легирующих элементов на кинетику изотермического превращения аустенита. Влияние легирующих элементов на мартенситное превращение и превращение при отпуске. Основы рационального легирования стали и роль отдельных легирующих элементов. Особенности термической обработки легированных сталей.

Классификация легированных сталей по структуре в нормализованном состоянии (диаграмма Гийе). Маркировка легированных сталей, их преимущества по сравнению с углеродистыми. Дефекты легированных сталей (шиферный излом, флокены, отпускная хрупкость). Основные требования к легированным конструкционным сталям по ГОСТ.

Инструментальные материалы

Инструментальные углеродистые и легированные стали для режущего инструмента, состав, маркировка, термическая обработка и области применения.

Быстрорежущая сталь, состав, свойства. Режимы термической обработки, области применения. Основные требования по ГОСТ к сталям для режущего инструмента.

Штамповые стали для холодного и горячего деформирования стали. Стали для измерительного инструмента.

Твердые порошковые сплавы для режущего инструмента.

Керамика. Сверхтвердые материалы.

Стали и сплавы с особыми свойствами

Высокопрочные стали. Мартенситно-стареющие конструкционные стали, их состав, режимы обработки и области применения.

Сплавы с особо высокой износостойкостью, состав, маркировка, термическая обработка и области применения.

Нержавеющие хромистые и хромоникелевые стали, состав, маркировка, термическая обработка и области применения.

Жаропрочные стали и сплавы. Особенности поведения стали при нагрузках в области высоких температур, предел длительной прочности, предел ползучести. Типовые сплавы, состав, структура, термообработка, свойства и области применения.

Сплавы с заданными физическими свойствами. Магнитомягкие и магнитотвердые сплавы.

Цветные металлы и сплавы

Медь и ее свойства. Латуни, бронзы оловянистые, кремнистые, алюминиевые, берилловые; состав, области применения. Сплавы свинца и олова. Баббиты, свинцовистые бронзы, алюминиевые подшипниковые сплавы для двигателей внутреннего сгорания, триметаллические подшипники. Алюминий и его свойства. Литейные алюминиевые сплавы, области применения. Дюралюмин, состав, режим термической обработки, свойства, области применения.

Магниевые литейные и деформируемые сплавы, области применения.

Титан и его сплавы, состав, свойства и области применения.

Композиционные материалы

Классификация композиционных материалов. Распределение напряжений между матрицей и наполнителем. Схемы армирования. Критическая длина волокна. Основы расчета свойств композиционных материалов.

Композиты с металлической матрицей. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы, особенности механизма упрочнения. Дисперсно-упрочненные композиты на основе алюминию, никеля и других металлов.

Волокнистые композиционные материалы на алюминиевой и никелевой матрицах.

Композиты с направленной кристаллизацией эвтектик.

Порошковые композиционные материалы (керметы) антифрикционного и фрикционного назначения. Фильтры.

Композиты с полимерной матрицей. Полимерная матрица композиционных материалов. Фенолформальдегидная, эпоксидная и кремнийорганическая матрица композиционных материалов.

Особенности физико - механического поведения полимеров. Органические, элементоорганические и неорганические полимеры.

Волокнистые композиционные материалы на полимерной матрице (карбоволокниты, бороволокниты, органоволокниты).

Композиционные материалы на полимерной матрице с порошковым наполнителем (пластмассы).

Роль порошковых (технический углерод и др.) и волокнистых (корд) наполнителей.

Композиты с керамической и стеклянной матрицей.

Применение композиционных материалов в автомобилестроении. Корпус и детали кузова. Детали газотурбинных двигателей. Антифрикционные детали. Фрикционные детали. Трудоемкие детали двигателя и ходовой части. Ремонтные композиты. Перспективы применения композитов в автостроении.

Наноматериалы

Общая характеристика. Геометрические параметры наночастиц. Исторические предпосылки. Коллоидная химия как прародитель нанотехнологии. Измельчение частиц. Степень дисперсности. Критический диаметр наночастиц.

Диспергационный способ получения дисперсных частиц вещества. Конденсационный способ получения дисперсных частиц вещества. Термины «сверху-вниз» и «снизу-вверх». Нанообъекты семейства фуллеренов. Эндофуллерены. Нанотрубки. Графен. Астралены.

Техническое применение наноразмерных частиц. Сорбенты. Сенсоры. Пленки. Эмиттеры. Сверхпроводники. Химические свойства наночастиц. Машиностроительное применение наночастиц. Медицинское применение наночастиц. Наноэлектроника.

Технико-экономический выбор материала и технологии его упрочнения

Основы рационального выбора материала и метода упрочнения. Причины снижения работоспособности материала: усталостное разрушение, хрупкое разрушение, фрикционный износ, абразивный износ, контактная усталость, фреттинг – коррозия, схватывание и заедание поверхностей трения. Материалы и методы их упрочнения при различных видах нагрузки деталей.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Материаловедение» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов лабораторных работ;
- использование деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций;

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Материаловедение» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 33% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов и промежуточных аттестаций:

Текущий контроль успеваемости и промежуточной аттестации проводятся по следующему критерию;

- защита лабораторных работ;

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-5	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
ПК-3	Способен разрабатывать задания и исходные требования на изготовление нестандартного оборудования

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-5 Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда		
Показатель	**Критерии оценивания**	
	Не зачет	**Зачет**
ИОПК-5.1. Знает основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: знание основных закономерностей, действующих в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: знание основных закономерностей, действующих в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда. Обучающийся свободно оперирует приобретенными знаниям.
ИОПК-5.2. Использует основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого каче-	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих умений: использование основных закономерностей, действующих в процессе изготовления	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использова-

ства, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	ние основных закономерностей, действующих в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда. Обучающийся свободно оперирует приобретенными знаниям.
ИОПК-5.3. Владеет навыками изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих навыков: владение навыками изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих навыков: владение навыками изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда. Обучающийся свободно оперирует приобретенными знаниям.

ПК-3 Способен разрабатывать задания и исходные требования на изготовление нестандартного оборудования		
ИПК-3.1 Владеет разработкой исходных требований на изготовление нестандартного оборудования	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: владение разработкой исходных требований на изготовление нестандартного оборудования	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: владение разработкой исходных требований на изготовление нестандартного оборудования. Обучающийся свободно оперирует приобретенными знаниям.
ИПК-3.2 Умеет разрабатывать задания и исходные требования на изготовление нестандартного оборудования	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих умений: умение разрабатывать задания и исходные требования на изготовление нестандартного оборудования	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: умение разрабатывать задания и исходные требования на изготовление нестандартного оборудования. Обучающийся свободно оперирует приобретенными знаниям.
ИПК-3.3 Знает правила	Обучающийся демонстрирует пол-	Обучающийся

оформления исходных требований на изготовление нестандартного оборудования	ное отсутствие или недостаточное соответствие следующих навыков: знание правила оформления исходных требований на изготовление нестандартного оборудования	демонстрирует полное соответствие следующих навыков: знание правила оформления исходных требований на изготовление нестандартного оборудования . Обучающийся свободно оперирует приобретенными знаниям.

Шкалы оценивания результатов аттестации и их описание:

Форма аттестации: 6 семестр зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К аттестации допускаются только бакалавры, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Материаловедение».

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Бакалавр демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Бакалавр демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, бакалавр испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 1 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) Основная литература:

Материаловедение. Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г. М. Волков, В. М. Зуев – М. : издательство Академия, 2011, 400 с.

б) Дополнительная литература:

1. Материаловедение. Учебник для вузов / под редакцией Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина / Арзамасов Б. Н., Макарова В. И., Мухин Г. Г. и др. – М. : издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001, 648 с.
2. Теория сплавов. Методические указания / под редакцией Г. М. Волкова – МГТУ «МАМИ», 2005.
3. Термическая обработка сталей. Методические указания / под редакцией Г. М. Волкова – МГТУ «МАМИ», 2008.
4. Машиностроительные материалы. Методические указания / под редакцией Г. М. Волкова – МГТУ «МАМИ», 2003.
5. Выбор сплавов. Методическое пособие / под редакцией Г. М. Волкова – М.: МГТУ «МАМИ», 2009.
6. Объемные наноматериалы. Учебное пособие / Г. М. Волков – М.: КНОРУС, 2011, 168 с.

в) Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте Московского Политеха в разделе «Библиотека. Электронные ресурсы»

http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

http://mospolytech.ru/index.php?id=308
http://materiall.ru/
http://supermetalloved.narod.ru/l2.pdf
http://metall-2006.narod.ru/metall_slaid_lekcia.html
http://www.zodchii.ws/downloads/zodchii/himiya/arzamasov_-_materialovedenie.zip

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Номер аудитории	Оборудование
1313	**Твердомер Роквелла ТР 5006** (1шт.)

	Проектор + экран Микроскоп МИМ-7 (9 шт.)
1304	Микроскоп ZASILACZMIKPOSKOPOWYtypTVO 6/20 – 6 шт. **Твердомер Роквелла ТР 5006** (1 шт.) Микротвердомер ПМТ-3М (2 шт.) Лупа Бринелля – 6 шт. Микроскоп АЛЬТАМИ (4 шт.)
1308	Микротвердомер ПМТ-3М (1 шт.) Пресс для запрессовки образцов
1309	NEXSYS ImageExpert™ Sample 2 Программа для качественного анализа изображений структур методом сравнения с эталонными шкалами Микроскоп Axiovert 40MAT – 1 шт.
1316	Микроскоп АЛЬТАМИ (1 шт.) Микроскоп МИМ-7 (1 шт.) Твердомер Супер- Роквелл ТКС-1М Проектор
1307	Электропечь (Набертерм 1280°) – 1 шт. Электропечь (Снол 1100°) – 2 шт. Электропечь (ПК-РК–10/12 1280°) –1шт. Твердомер «Бринелль» ТБ5004 – 2 шт. **Твердомер Роквелла ТР 5006** – 1 шт. Печь муфельная ПМ-10 – 2 шт. Полировальный станок StruersTegraPol- 11 - 1 шт. Отрезной станок StruersLaboton – 3 -1 шт. Установка для торцевой закалки Установка для электротравления Struers Lectro Pol -5. (1 шт.) Отрезной станок (1 шт.) Установка для запрессовки образцов (1 шт.) Вольтметр – 4 шт. Фотоэлектрический колориметр KF-77 Пневматический шлифовально-полировальный станок P-20FS-1-R5
1318	Штангенциркуль – 15 шт. Пресс для запрессовки образцов Лупа Бринелля – 1шт. Микрометр – 2 шт. Твердомер ТР 5006-М – 1шт. Твердомер ТР5006-02 – 1шт. Микротвердомер ПМТ-3М – 1 шт. Твердомер ТК – 1шт. Микроскоп Метам-РВ1 шт.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов по материаловедению, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам;
- составление и оформление докладов и рефератов по отдельным темам программы;
- научно-исследовательская работа студентов;
- участие в тематических дискуссиях, олимпиадах.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

Вопросы, выносимые на самостоятельную работу

- Конструкционная прочность и методы её оценки
- Аморфные металлы .
- Термопластичные и термореактивные полимеры .
- Диаграмма состояния железо-углерод .
- Легированные чугуны. Технические требования для чугунов по ГОСТ .
- Остаточные напряжения, их влияние на усталостную прочность
- Термокинетические диаграммы превращения аустенита). .
- Старение стали
- Стали с пониженной и регламентированной прокаливаемостью для поверхностной закалки).
- Диффузионная металлизация. Способы металлизации и области применения - Имплантация ионов
- Сплавы с заданными упругими свойствами
- Сплавы с аномальным тепловым расширением
- Техническая керамика. Влияние волокнистых наполнителей на термопрочность керамики
- Автомобильные стекла. Стеклокристаллические материалы (ситаллы) - Функциональные наноматериалы. Наноматериалы семейства фуллеренов - Механизация

и автоматизация процессов термической обработки, меры по охране труда в термических цехах

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины «Материаловедение» следует уделять изучению состава, структуры и свойств современных металлических и неметаллических материалов; освоению основ термической, химико-термической и термомеханической обработки, методов стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций и лабораторных работ.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- методические указания для выполнения лабораторных работ.

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Материаловедение» по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (бакалавр)

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб.	СРС	КСР	КР	КП	РГР	Реф.	К/Р	Э	З
Шестой семестр														
1. **Физико-механические свойства материалов.** *Строение материалов. Основные понятия о свойствах материалов. Атомно-кристаллическое строение металлов, изотропия, анизотропия, квазиизотропия. Пути повышения прочности металлов. Кристаллизация металлов первичная и вторичная.*	6	1	1			2								
2. **Теория сплавов**. *Понятия о сплавах. Твердые растворы, механические смеси, химические соединения. Диаграмма состояния железо-цементит. Характеристики компонентов. Структурные*	6	2	1			2								

составляющие и фазы на диаграмме железо-цементит. Классификация сталей по способу производства, назначению и качеству. Маркировка углеродистых сталей. Чугуны с графитом, половинчатые и белые. Структура, свойства, области применения и методы получения серых, ковких и высокопрочных чугунов. Маркировка чугунов.														
3. *Лабораторная работа «*Макроструктурный анализ »	6	3			2	4	+							
4. *Лабораторная работа «М*икроструктурный анализ стали»	6	4			2	4	+							
5. *Лабораторная работа «*Углеродистые стали»	6	5			2	4	+							
6. *Лабораторная работа «*Чугуны»	6	6			2	4	+							
7. «Углеродистые стали и чугуны»	6	7	1			4	+					+		
8. **Наклёп и рекристаллизация**. *Влияние пластической деформации на структуру и свойства металлов.. Холодная и горячая деформация. Термомеханическая обработка*.	6	7	1			4								
9. **Теория термической обработки**. *Виды термической обработки сталей. Превращения при нагреве стали. Перегрев и пережог. Превращение аустенита при непрерывном охлаждении. Диаграмма изотермического превращения аустенита. Превращение при отпуске, структура и свойства стали при отпуске. Прока-*	6	8,9	4			4								

ливаемость и закаливаемость стали.														
10. *Лабораторная работа «*Закалка и отпуск»	6	10-11			4	4	+							
11. **Технология термической обработки**. *Отжиг I рода без фазовой перекристаллизации. Отжиг II рода с фазовой перекристаллизацией, нормализация. Закалка стали. Основные параметры процессов отпуска углеродистых и легированных сталей. Обработка холодом. Поверхностная закалка.*	6	12	1			4								
12. **Химико-термическая обработка**. *Физические основы химико-термической обработки. Цементация, нитроцементация, азотирование стали.*	6	12	1			4								
13. **Конструкционные легированные стали**. *Фазы, образуемые легирующими элементами в сталях. Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа, на свойства феррита и аустенита. Особенности термической обработки легированных сталей. Классификация, маркировка, дефекты легированных сталей*.	6	13	1			4								
14. *Лабораторная работа «Легированные стали»*	6	13			2	4	+							
15. **Инструментальные материалы**. *Инструментальные углеродистые и легированные стали для режущего инструмента. Быстрорежущая*	6	14	2			4								

сталь, режимы термической обработки, области применения. Штамповые стали. Стали для измерительного инструмента. Твердые порошковые сплавы для режущего инструмента. Керамика. Сверхтвердые материалы.														
16. **Стали и сплавы с особыми свойствами**. *Сплавы с особо высокой износостойкостью, состав, маркировка, термическая обработка и области применения. Нержавеющие хромистые и хромоникелевые стали, состав, маркировка, термическая обработка и области применения. Жаропрочные стали и сплавы, предел длительной прочности, предел ползучести. Магнитомягкие и магнитотвердые сплавы.*	6	14	2			4								
17. **Цветные металлы и сплавы**. *Медь и ее свойства. Латуни, бронзы, баббиты. Алюминий и его свойства. Литейные алюминиевые сплавы, области применения. Дюралюмин, состав, режим термической обработки, свойства, области применения. Магниевые сплавы. Титан и его сплавы.*	6	15	2			4								
18. *Лабораторная работа «Цветные сплавы»*	6	16			2	4	+							
19. **Композиционные материалы**. *Классификация композиционных материалов. Композиты с метали-*	6	17	1											

ческой матрицей. Дисперсноупрочненные композиционные материалы. Волокнистые композиционные материалы. Порошковые композиционные материалы (керметы). Композиты с полимерной матрицей. Композиты с керамической и стеклянной матрицей. Применение композиционных материалов в автомобилестроении. Наноматериалы. Структура, свойства, применение.														
21. *Лабораторная работа «Композиционные материалы»*	6	18			2	4	+							
Форма аттестации														З
Всего часов по дисциплине			**18**		**18**	**72**								

Приложение 1 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: **15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств**

ОП (профиль): **«Автоматизированное проектирование технологических процессов и производств»**

Форма обучения: очная

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Материаловедение

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:
Вопросы к зачету

Москва, 2022 год

Таблица 3 Паспорт ФОС по дисциплине "Материаловедение»"

Код компетенции	Элементы компетенции (части компетенции)	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины по рабочей программе	Периодичность контроля	Виды контроля	Способы контроля	Средства контроля
1	2	3	4	5	6	7
ОПК-3	Знания: знать основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации связанной с вопросами материаловедения;	Разделы 1 - 12	ТЕК, ПА	З	Устно	З
	Умения: уметь использовать для решения коммуникативных задач в области материаловедения современные технологические средства и информационные технологии с использованием традиционных носителей информации, распределенных баз знаний, а также информации в глобальных компьютерных сетях.	Разделы 1 - 12	ТЕК, ПА	З	Устно	З
	Навыки: владеть современными операционными системами в области материаловедения.	Разделы 1 - 12	ТЕК, ПА	З	Устно	З
ПК-15	Знания: знать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов.	Разделы 1 - 12	ТЕК, ПА	З	Устно	З
	Умения: уметь правильно выбирать материал, назначать его обработку с целью по-	Разделы 1 - 12	ТЕК, ПА	З	Устно	З

	лучения заданной структуры и свойств, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин; - оценивать и прогнозировать поведение материала и причины отказов продукции под воздействием на них различных эксплуатационных факторов.					
	Навыки: владеть методами выбора основных и вспомогательных материалов, способами реализации технологических процессов	Разделы 1 - 12	ТЕК, ПА	З	Устно	З
ПК16	Знания знать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.	Разделы 13 - 21	ТЕК, ПА	З	Устно	З
	Умения: уметь применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.	Разделы 13 - 21	ТЕК, ПА	З	Устно	З
	Навыки: владеть методами стандартных испытаний по определению физико-	Разделы 13 - 21	ТЕК, ПА	З	Устно	З

	механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.					

- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 3 к РП.

Приложение 3
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине «Материаловедение»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Лабораторные работы (ЛР)	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а так-	Перечень лабораторных работ и их оснащение
2	Устный опрос (З - зачет)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возмож-	Комплект вопросов к зачету

Перечень вопросов к зачету

1. Диаграмма Fe-C. Характеристика фаз и структурных составляющих **(ПК- 15)**
2. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз в сплаве с 4,3 % C при 1400°C **(ПК- 15)**
3. Диаграмма Fe-C. Изменение химического состава фаз в процессе первичной и вторичной кристаллизации стали 45**(ПК- 15)**
4. Диаграмма Fe-C. Изменение химического состава фаз в процессе первичной и вторичной кристаллизации стали 30 **(ПК- 15)**
5. Понятие о сплавах. Твердые растворы, механические смеси, химические соединения **(ПК- 15)**
6. Диаграмма состояния двойных сплавов с нерастворимыми в твердом состоянии компонентами **(ПК- 15)**
7. Диаграмма Fe-C. Изменение химического состава фаз в процессе первичной и вторичной кристаллизации сплава с 5 % C **(ПК- 15)**
8. Диаграмма Fe-C. Изменение химического состава фаз в процессе первичной и вторичной кристаллизации стали У12 **(ПК- 15)**
9. Диаграмма Fe-C. Характеристика фаз, участвующих в эвтектическом превращении **(ПК- 15)**
10. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз в сплаве с 5,5 % C при 1300°C **(ПК- 15)**
11. Диаграмма состояния двойных сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твордом состоянии **(ПК- 15)**
12. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз в сплаве с 4,3 % C при 1147°C **(ПК- 15)**
13. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз стали У12 при 1100°C **(ПК- 15)**
14. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз в сплаве с 0,8 % C при 727°C **(ПК- 15)**
15. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз стали У8 при 1100°C **(ПК- 15)**
16. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз в сплаве с 4 % C при 1400°C **(ПК- 15)**
17. Диаграмма Fe-C. Изменение химического состава фаз в процессе первичной и вторичной кристаллизации стали У8 **(ПК- 15)**
18. Диаграмма Fe-C. Изменение химического состава фаз в процессе первичной и вторичной кристаллизации сплава с 3 % C **(ПК- 15)**

19. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз в сплаве с 5,5 % С при 900°С **(ПК- 15)**
20. Диаграмма Fe-C. Изменение химического состава фаз в процессе первичной и вторичной кристаллизации сплава с 4,3 % С **(ПК- 15)**
21. Диаграмма Fe-C. Характеристика фаз, участвующих в эвтектоидном превращении **(ПК- 15)**
22. Диаграмма Fe-C. Эвтектическое и эвтектоидное превращение **(ПК- 15)**
23. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз в сплаве с 2,5 % С при 900°С **(ПК- 15)**
24. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз в сплаве с 2,5 % С при 1300°С **(ПК- 15)**
(ПК- 15)
26. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз в сплаве с 1,5 % С при 800º С **(ПК- 15)**
27. Диаграмма состояния двойных сплавов с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии **(ПК- 15)**
28. Особенности эвтектического превращения двойных сплавов **(ПК- 15)**
29. Красноломкость и хладноломкость стали. Причины возникновения и способы устранения **(ПК- 15, 16)**
30. Кристаллизация сплавов. Правило фаз. Правило концентраций **(ПК- 15)**
31. Атомно-кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решеток и их характеристика **(ПК- 15)**
32. Закономерности кристаллизации. Степень переохлаждения, число центров кристаллизации, скорость роста кристаллов. Аморфные металлы **(ПК- 15)**
33. Дендритная ликвация. Причины возникновения и способы устранения **(ПК- 15)**
34. Дефекты кристаллического строения. Влияние плотности дислокаций на прочность материалов **(ОПК-3, ПК- 15)**
35. Структурные диаграммы чугунов. Влияние скорости охлаждения и графитизирующих компонентов на кристаллизацию чугуна. Отбел. **(ПК- 15)**
36. Влияние степени переохлаждения на процесс кристаллизации. Строение слитка. Зональная ликвация **(ПК- 15, 16)**
37. Влияние степени переохлаждения на величину зерна. Модифицирование **(ПК- 15, 16)**
38. Основные виды химико-термической обработки, их особенности **(ПК- 15, 16)**
39. Строение и свойства троостита закалка и троостита отпуска **(ПК- 15, 16)**
40. Мартенситное превращение и его особенности **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
41. Газовые цементация и нитроцементация. Их сравнительная оценка и область применения **(ПК- 15, 16)**
42. Поверхностная закалка, виды и области применения **(ПК- 15, 16)**
43. Полная и неполная закалка сталей **(ПК- 15, 16)**
44. Цементация. Виды процесса, параметры, области применения и получаемые свойства **(ПК- 15, 16)**
45. Строение и свойства мартенсита закалки и мартенсита отпуска **(ПК- 15)**
46. Превращение аустенита при непрерывном охлаждении. Особенности перлитного превращения. Структуры перлитного типа **(ПК- 15, 16)**
47. Отпуск. Виды отпуска. Изменение структуры и свойств при отпуске **(ПК- 15, 16)**
48. Прокаливаемость и закаливаемость. Факторы, влияющие на прокаливаемость. Влияние прокаливаемости на свойства стали **(ПК- 15, 16)**
49. Отжиг II рода, его виды, их назначение **(ПК- 15, 16)**
50. Дефекты закалки и методы их предупреждения **(ПК- 15, 16)**
51. Технология ковкого чугуна **(ПК- 15, 16)**
52. Критические точки Мн и Мк. Их зависимость от содержания углерода и легирующих элементов в стали **(ПК- 15, 16)**

53. Особенности технологии термической обработки дюралюмина **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
54. Отпускная хрупкость I рода. Причины возникновения и методы ее устранения **(ПК-15)**
55. Обработка закаленной стали холодом **(ПК- 15)**
56. Особенности технологии термической обработки быстрорежущей стали **(ПК- 15, 16)**
57. Критические точки А1, А3, Acm. Превращения в стали при этих температурах **(ПК-15)**
58. Улучшение. Строение и свойства сорбита отпуска и сорбита закалки **(ПК- 15, 16)**
59. Поверхностная закалка: газопламенная и закалка ТВЧ **(ПК- 15, 16)**
60. Превращения при отпуске закаленной стали. Виды отпуска **(ПК- 15, 16)**
61. Способы закалки: непрерывная, прерывистая, ступенчатая, изотермическая **(ПК- 15)**
62. Особенности термической обработки легированных сталей **(ПК- 15, 16)**
63. Отжиг и нормализация стали. Режимы, характеристика получаемой структуры и свойств **(ПК- 15, 16)**
64. Наклеп и рекристаллизация металлов **(ПК- 15, 16)**
65. Нагрев стали. Наследственное зерно. Перегрев и пережог **(ПК- 15, 16)**
66. Отжиг I рода, его виды, их назначение **(ПК- 15)**
67. Азотирование. Параметры процесса, свойства и области применения **(ПК- 15)**
68. Виды термической обработки, их назначение **(ПК- 15)**
69. Закалка стали. Определение значений основных параметров: температуры нагрева, длительность нагрева, скорости охлаждения **(ПК- 15, 16)**
70. Закалочные среды, основные требования к ним **(ПК- 15, 16)**
71. Отпускная хрупкость II рода. Причины возникновения и методы ее устранения и предупреждения **(ПК- 15)**
72. Нитроцементация. Параметры процесса, свойства и области применения **(ОПК=-3, ПК- 15, 16)**
73. Диаграмма изотермического превращения аустенита. **(ПК- 15, 16)**
75. Расшифровать марку металлопродукции: ХВГ и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
76. Расшифровать марку металлопродукции: ШХ15 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
77. Расшифровать марку металлопродукции: Д18 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
78. Расшифровать марку металлопродукции: АМг и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
79. Расшифровать марку металлопродукции: У8 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
80. Влияние легирующих элементов на полиморфное превращение железа. Классификация легированных сталей **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
81. Расшифровать марку металлопродукции: ВК8 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
82. Основные показатели физико-механических свойств материалов и методы их определения (НВ, HR, HV, σв, σт, δ, KCU) **(ОПК-3, ПК- 16)**
83. Расшифровать марку металлопродукции: БстЗпс и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
84. Расшифровать марку металлопродукции: СЧ15 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
86. Расшифровать марку металлопродукции: 12Х18Н10Т и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
87. Расшифровать марку металлопродукции: Р18 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**

88. Расшифровать марку металлопродукции: 110Г13Л и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
89. Расшифровать марку металлопродукции: БрОФ6, 5-0, 15 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
90. Микромеханика композиционных материалов с волокнистым наполнителем. Критическая длина волокна. Аддитивность свойств композита **(ОПК-3, ПК- 15)**
91. Расшифровать марку металлопродукции: 25ХГТ и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
92. Расшифровать марку металлопродукции: 08Х13 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
93. Титан и его сплавы. Свойства и области применения **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
94. Высокотемпературные материалы. Жаростойкость и жаропрочность **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
95. Магнитотвердые и магнитомягкие материалы. Коэрцитивная сила. Факторы, влияющие на магнитные свойства материалов **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
96. Расшифровать марку металлопродукции: 38ХМЮА и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
97. Расшифровать марку металлопродукции: АЛ2 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
98. Расшифровать марку металлопродукции: КЧ 30-6 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
99. Расшифровать марку металлопродукции: БрС30 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ПК- 17, 18)**
100. Расшифровать марку металлопродукции: ВЧ 120-4 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
101. Расшифровать марку металлопродукции: ВСт3сп и дать ее характеристику (название, назначение, качество, особенности технологии) **(ПК- 15, 16)**
102. Расшифровать марку металлопродукции: Сталь 08кп и дать ее характеристику (назначение, качество, местоположение на диаграмме Fe-C, структура) **(ПК- 15, 16)**
103. Расшифровать марку металлопродукции: Ст3кп и дать ее характеристику (название, назначение, качество, особенности технологии) **(ПК- 15, 16)**
104. Расшифровать марку металлопродукции: ТТ8К6 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
105. Расшифровать марку металлопродукции: Л70 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
106. Расшифровать марку металлопродукции: БрБ2 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
107. Расшифровать марку металлопродукции: У12А и дать ее характеристику (название, назначение, качество, местоположение на диаграмме Fe-C, структура, особенности технологии) **(ПК- 15, 16)**
108. Стали для штампового инструмента холодного и горячего деформирования **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
109. Расшифровать марку металлопродукции: Сталь 30А и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ПК- 15, 16)**
110. Расшифровать марку металлопродукции: Т15К6 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
111. Мартенситно-стареющие стали. Состав, технология, свойства **(ОПК-3, ПК- 15)**
112. Наноматериалы. Общая характеристика. Геометрические параметры наночастиц Измельчение частиц. Степень дисперсности. Критический диаметр наночастиц. **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**
113. Диспергационный способ получения дисперсных частиц вещества. Конденсационный способ получения дисперсных частиц вещества. Термины «сверху-вниз» и «снизу-вверх»

(ОПК-3, ПК- 15, 16)

114. Нанообъекты семейства фуллеренов. Эндофуллерены. Нанотрубки. Графен. Астралены **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**

115. Техническое применение наноразмерных частиц. Сорбенты. Сенсоры. Пленки. Эмиттеры. Сверхпроводники **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**

116. Химические свойства наночастиц. Машиностроительное применение наночастиц. Медицинское применение наночастиц. Наноэлектроника **(ОПК-3, ПК- 15, 16)**