

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 25.09.2023 17:53:00  
Уникальный программный ключ:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения  
  
Е. В. Сафонов /  
2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Научные критерии выбора и методы исследования материалов»**

Направление подготовки  
15.04.01 «Машиностроение»

Профиль подготовки  
«Цифровые технологии в аддитивном производстве и обработке давлением»

Квалификация (степень) выпускника  
Магистр

Форма обучения  
Очная

Москва 2022 г.

### 1. Цели освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Научные критерии выбора и методы исследования материалов» является:

ознакомить будущих магистров с современными критериями выбора материалов для изготовления изделий различного назначения и методами их исследования, а также привить навыки самостоятельного анализа тенденций развития функциональных материалов.

К основным задачам освоения дисциплины «Научные критерии выбора и методы исследования материалов» относятся:

- знакомство студентов с основными представлениями научных основ создания материалов с заданными свойствами, проведение системного обзора современных материалов, изучение номенклатуры материалов и принципов их классификации;
- формирование навыков выбора и разработки материалов;
- изучение функциональных свойств материалов различных классов и методик их определения;
- изучение и освоение методов исследования структуры различного масштабного уровня;
- освоение навыков организации и проведения комплексных исследований и испытаний материалов.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Научные критерии выбора и методы исследования материалов» относится к числу учебных дисциплин обязательной части основной образовательной программы магистратуры.

Программа согласуется с дисциплинами:

- методы, алгоритмы и средства исследования для решения изобретательских задач;
- стандартизация, унификация и управление качеством
- технический аудит в машиностроении.

Дисциплина "Научные критерии выбора и методы исследования материалов" является одним из важнейших курсов подготовки и воспитания специалистов, способных творчески развивать науку и применять достижения научно-технического процесса в практической деятельности. Научная подготовка студентов определяется высоким уровнем специальных и теоретических курсов, глубокое усвоение которых является фундаментальной базой для совершенствования знаний.

Дисциплина реализуется на факультете машиностроение, кафедрой Материаловедение.

### 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-10	способность разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и	ИОПК-10.1. Разрабатывает методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств используемых материалов и готовых изделий в машиностроении;

	технологических показателей используемых материалов и готовых изделий	ИОПК-10.2. Разрабатывает методы стандартных испытаний по определению технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
--	---	---

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Научные критерии выбора и методы исследования материалов» составляет 2 зачетных единицы, т.е. 72 академических часов (из них 42 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Научные критерии выбора и методы исследования материалов» изучаются во втором семестре магистратуры.

**Второй семестр:** лекции – 1 час в неделю (14 часов), семинарские занятия – 1 час в неделю (16 часов), форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Научные критерии выбора и методы исследования материалов» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

#### Содержание разделов дисциплины

##### **Введение**

Современные проблемы материаловедения. Материаловедение и применение материалов. Необходимость создания новых материалов.

##### **Технические материалы**

Классификация материалов. Классификация по структурному признаку. Кристаллические материалы. Некристаллические материалы. Классификация по назначению. Конструкционные, электротехнические, триботехнические, инструментальные, рабочие тела, топливо, технологические. Базы данных по материалам. Номенклатура материалов.

##### **Принципы выбора и разработки материалов с заданными свойствами**

Основные этапы выбора или создания материала. Анализ условий работы изделия. Анализ технологии изготовления и обработки изделия. Анализ конструкции и совместного действия конструктивных элементов. Технико-экономическая эффективность. Доступность и технологичность материалов. Формулирование требований к материалу и его свойствам. Выбор материала. Основные и ограничивающие свойства.

##### **Механические свойства материалов**

Упругие свойства. Характеристики технической прочности материалов (предел пропорциональности, предел упругости, предел текучести, предел прочности). Характеристики динамической прочности. Характеристики усталости. Характеристики длительной прочности. Твердость. Триботехнические характеристики (износостойкость, прирабатываемость, коэффициент трения).

##### **Физические свойства материалов.**

Температурные характеристики. Жаростойкость, жаропрочность, хладноломкость, тепловое расширение, теплоемкость, теплопроводность. Электрические свойства материалов. Электропроводность, сверхпроводимость. Магнитные свойства. Парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики. Магнитная индукция. Коэрцитивная сила.

##### **Влияние окружающей среды на поведение материала при эксплуатации**

Физико-химические основы взаимодействия материалов с окружающей средой. Основные понятия и определения. Коррозия металлов. Классификация процессов коррозии. Коррозия керамических материалов. Деструкция полимеров.

#### **Методы изучения структуры материалов**

Общая характеристика уровней структурной организации материалов. Методы изучения структуры. Макроструктурный анализ. Оптическая микроскопия. Электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Растровая электронная микроскопия.

#### **Фрактографический анализ**

Классификация изломов. Порядок проведения исследования. Макроструктурный анализ. Микроструктурный анализ изломов. Вязкий излом. Хрупкий излом. Квасискол. Усталостный излом. Смешанный излом.

### **5. Образовательные технологии.**

Методика преподавания дисциплины «Научные критерии выбора и методы исследования материалов» и реализация компетентного 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.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы обучающихся по программе магистратуры:

- подготовка к семинарам, практическим работам;
- текущий контроль в форме тестирования;
- обсуждение и защита докладов по дисциплине;
- экзамен по итогам изучения дисциплины во втором семестре.

В процессе изучения дисциплины реализуются различные виды учебной деятельности. Лекции проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийных презентаций. На практических занятиях предусматриваются индивидуальные задания при решении исследовательских задач, разбор теоретических вопросов в форме беседы, что способствует установлению связей между отдельными блоками дисциплины и целостному восприятию изучаемого материала.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Научные критерии выбора и методы исследования материалов» и в целом по дисциплине составляет 75 % аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 25 % от объема аудиторных занятий.

В процессе изучения дисциплины могут применяться дистанционные образовательные технологии.

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

Самостоятельная работа магистра предусматривает работу по поиску, систематизации и обобщению дополнительной информации для последующего подготовки и выступления на семинарских занятиях.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- индивидуальный опрос;
  - выступления на семинарах;
  - выполнение практических заданий;
  - проведение тестирования по разделам дисциплины;
  - экзамен по материалам курса дисциплины.
- при использовании он-лайн курсов (дистанционного образования) текущий контроль и промежуточная аттестация освоения дисциплины проводится с использованием тестирования (банка тестовых заданий).

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете».

## **6.1. Организация и порядок проведения текущего контроля**

### **6.1.1. Формы проведения контроля**

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы:

- практические задания,
- тестовые задания,
- сообщение по темам семинаров.

### **6.1.2. Содержание текущего контроля**

Все практические работы, предусмотренные данной рабочей программой должны быть выполнены. По каждой работе студенту необходимо самостоятельно составить отчет, который должен включать: название работы, расчеты, рисунки, таблицы, графики, выводы, указанные в описании работы.

По каждой работе студент получает зачет, который отмечается в журнале преподавателя и, при необходимости, в журнале успеваемости группы.

Тестирование проводится на семинарских занятиях по текущей теме. По итогам тестирования студент получает зачет, который отмечается в журнале преподавателя и, при необходимости, в журнале успеваемости группы.

По темам семинаров студент готовит сообщение (с презентацией или без нее) по приведенным в рабочей программе вопросам или по другим вопросам по согласованию с преподавателем.

За каждое сообщение студент получает зачет, который отмечается в журнале преподавателя и, при необходимости, в журнале успеваемости группы.

### **6.1.3. Сроки выполнения текущего контроля и критерии оценивания результатов**

Практические задания, тестовые задания и семинары должны быть выполнены, оформлены и зачтены в течение текущего семестра до промежуточной аттестации.

Критерии оценивания результатов изложены в приложении к рабочей программе «Фонд оценочных средств» (приложение 2).

## **6.2. Организация и порядок проведения промежуточной аттестации**

### **6.2.1. Форма проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой 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», «не зачтено».

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Практические работы (перечень практических заданий в приложении 2)	Оформленные отчеты практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы.
Тестовые задания (перечень тестовых заданий в приложении 2)	Выполнение тестовых заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено»,

\*Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение студентом всех практических работ и тестовых заданий с оценкой «Зачтено».

**Промежуточная аттестация - (зачет) проводится в устной форме (в форме собеседования) по вопросам билета.**

Содержание задания к зачету: в зачетных билетах содержится 2 вопроса.

**Преподаватель имеет право выставить обучающемуся оценку без опроса по результатам:**

- активного участия в семинарских занятиях,
- выполнения всех практических заданий с оценкой «зачтено»,
- успешной сдачи тестовых заданий,
- выступления с докладом и презентацией на итоговом семинаре с оценкой не ниже

«хорошо» или «отлично».

**Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание**  
**Форма промежуточной аттестации: зачет.**

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, 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 выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины, или студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
------------	---

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

### 6.2.1. 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-10	способность разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий

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.

Самостоятельная работа студентов позволяет более тщательно и глубоко осмыслить содержание изучаемого материала и разобраться в отдельных вопросах по некоторым темам. Различаются три вида самостоятельной работы студентов: изучение теоретического материала; подготовка к публичным выступлениям; подготовка к проведению междисциплинарных семинаров.

### 6.2.2. 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).

#### **Форма промежуточной аттестации: 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 промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы (выполнение и защита реферата), предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Современные деформируемые материалы и методы их испытания».

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Студент 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 выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины, или студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в Приложении 2 к рабочей программе.

#### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

##### а) Основная литература:

1. В.А. Струк, Л.С. Пинчук, Н.К. Мышкин, В.А. Гольдаде, П.А. Витязь *Материаловедение в машиностроении и промышленных технологиях: Учебно-справочное руководство* / В.А. Струк, Л.С. Пинчук, Н.К. Мышкин, В.А. Гольдаде, П.А. Витязь — Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2010. — 536
2. Эшби, Михаэль Ф. *Конструкционные материалы: полный курс :учеб. пособие: пер. с англ.* / Михаэль Эшби Ф., Дэвид Джонс Р.Х. Интеллект, 2010 -12
3. *Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 6 т. /Под общей ред. Б.А. Калина. – М.: МИФИ, 2008. Том 5. МАТЕРИАЛЫ С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ/ М.И. Альмов, Г.Н. Елманов, Б.А. Калин, А.Н. Калашников, В.В. Нечаев, А.А. Полянский, И.И. Чернов, Я.И. Штромбах, А.В. Шульга. – М.: МИФИ, 2008. – 672*
4. Каллистер У., Ретвич Д. *Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамика, полимеры)/Пер. с англ. Под ред. Малкина А.Я. – СПб. Научные основы и технологии. 2011. – 896 с. <http://lib.mami.ru/lib/content/elektroponnyu-katalog>*

##### б) Дополнительная литература:

1. Зоткин В.Е., *Методология выбора материалов и упрочняющих технологий в машиностроении: учебник – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2011, –320с. – (Высшее образование).*
2. *Основы материаловедения: учебник/ Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко; под ред. Г.Г. Бондаренко.-М. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.-760 с.*
3. Золотаревский В.С. *Механические свойства металлов. Учебник для вузов. 2-е изд. –М.: Металлургия, 1983.-352 с.*
4. Лившиц Б.Г., Крапошин В.С., Линецкий Я.Л. *Физические свойства металлов и сплавов. – М. Металлургия, 1980.-320 с.*
5. *Коррозия и защита металлов. В 2 ч. Ч. 1. Методы исследований коррозионных процессов: учебно-методическое пособие/ Н. Г. Россина, Н. А. Попов, М. А. Жилякова, А. В. Корелин. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. — 108 с.*



6. Скакова Т.Ю., Курбатова И.А., Омаров А.Ю. Методы структурного анализа материалов. Просвечивающая электронная микроскопия / Т.Ю. Скакова, И.А. Курбатова, А.Ю. Омаров. — М.: Научная книга, 2018. — 56 с.
7. Скакова Т.Ю., Овчинников В. В., Курбатова И.А., Методы структурного анализа материалов. Растровая электронная микроскопия / Скакова Т.Ю., Овчинников В. В., Курбатова, И.А. — М.: Научная книга, 2019. — 70 с.
8. Утевский Л.М. Дифракционная электронная микроскопия в металловедении. Москва, «Металлургия». 1973. 583с.
9. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. Учебное пособие для вузов. 4-е изд. М. МИСиС, 2002,328с.
10. Чегуров М.К., Сорокина С.А. Основы фрактографического анализа изломов образцов из конструкционных сплавов: учеб. Пособие / М.К. Чегуров, С. А. Сорокина; НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2018. – 79 с.

**в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:**

Наименование	договор (лицензия)
Операционная система, Windows 7(или ниже) - Microsoft Open License	Лицензия № 61984214, 61984216,61984217, 61984219, 61984213, 61984218, 61984215
Офисные приложения, Microsoft Office 2013(или ниже) - Microsoft Open License	Лицензия № 61984042
Антивирусное ПО, KasperskyendpointSecurity для бизнеса – Стандартный –	Лицензии № 1752161117060156960164

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>

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Материально-технической базой, обеспечивающей проведение занятий, являются

Аудитория	Оборудование
1318	Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1318: столы учебные со стульями, аудиторная доска, переносной проектор, экран, наглядные пособия. Учебное лабораторное оборудование:  твердомер ТР 5006-М – 1шт.; твердомер ТР5006-02 – 1шт.; микротвердомер ПМТ-3М – 1 шт.; 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, 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 семинарским занятиям;
- составление и оформление докладов по отдельным темам программы с представлением презентаций;
- научно-исследовательская работа студентов;
- участие в тематических дискуссиях.

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:**

Классификация материалов по энергии межатомной связи и по структуре	ОПК-10
Классификация сталей и сплавов по назначению	ОПК-10
Методические основы выбора сталей, сплавов технологий их упрочняющей обработки	ОПК-10
Материаловедческие основы выбора неметаллических материалов	ОПК-10
Классификация неметаллических машиностроительных материалов	ОПК-10
Особенности выбора неметаллических материалов и их упрочняющей обработки	ОПК-10
Основные критерии выбора материалов	ОПК-10
Основные принципы классификации материалов	ОПК-10
Анализ параметров и режимов работы материалов	ОПК-10
Основные этапы выбора материалов	ОПК-10
Принципы выбора материалов и технологий упрочняющей обработки	ОПК-10
Металловедческие основы выбора сталей, сплавов и упрочняющей термической обработки	ОПК-10
Анализ конструкции, технологии изготовления и обработки деталей	ОПК-10
Синтез сплавов	ОПК-10
Выбор основы сплава	ОПК-10
Выбор легирующих элементов	ОПК-10
Растворимость и коэффициент распределения легирующего элемента в основе сплава	ОПК-10
Классификация легирующих элементов	ОПК-10
Принцип выбора легирующего комплекса. Комплексное легирование	ОПК-10
Выбор состава, изготовление и апробация сплава	ОПК-10
Классификация свойств материалов.	ОПК-10
Механические свойства материалов и их единицы измерения	ОПК-10
Методики определения механических свойств материалов	ОПК-10
Методики измерения физических свойств материалов	ОПК-10
Физические свойства материалов и их единицы измерения	ОПК-10

Основные технико-экономические свойства материалов	ОПК-10
Технологические свойства материалов	ОПК-10
Коррозия. Виды коррозии.	ОПК-10
Способы защиты от коррозии на стадии проектирования конструкции (изделия)	ОПК-10
Испытания на коррозионную стойкость и методы определения показателей коррозии.	ОПК-10
Деструкция и старение полимеров.	ОПК-10
Физические методы исследования. Термический анализ. Дилатометрический метод. Магнитный анализ.	ОПК-10
Методика определения шероховатости поверхности изделий	ОПК-10
Метод сканирующей электронной микроскопии	ОПК-10
Методики измерения свойств порошка. Удельная поверхность. Реологические характеристики порошка.	ОПК-10
Рентгеноструктурный анализ.	ОПК-10
Рентгеноспектральный анализ.	ОПК-10
Рентгенофазовый анализ	ОПК-10
Материалы и методы исследования, используемые в ВКР	ОПК-10

### 10. Методические рекомендации для преподавателя

В условиях информатизации всех сфер деятельности человека чтение лекций у доски с мелом становится не эффективным. Предлагается использовать презентации, созданные средствами Microsoft Office Power Point. Демонстрация слайдов должна сопровождаться отступлениями от режима демонстрации и пояснениями лектора. Значительную часть слайдов должны занимать иллюстрации. В процессе изложения материала такой лекции необходимо акцентировать внимание слушателей на ключевых понятиях ее темы.

Если требуется к ним возвращаться, то для этого целесообразно прокручивать материал (слайды) назад. При этом следует активизировать внимание студентов вопросами, которые, как правило, касаются весьма простых, но ключевых понятий. Одновременно следует давать студентам время для пометок и записей в своих конспектах.

Изложенный вариант даёт более высокий эффект, если во время лекции на руках у студентов будет раздаточный материал (тезисы или полный конспект лекций, слайды презентации).

Практические занятия предусматривают изучение нового и закрепление проработанного на лекциях теоретического материала. После того, как студенты разберут теоретический материал по данной работе, им предлагается выполнить задание или презентацию по пройденной теме. Часть заданий может выполняться студентами в качестве самостоятельной подготовки к занятиям. Темы практических работ студентам известны заранее, поэтому к каждому занятию студенты приходят подготовленными.

### ПРИЛОЖЕНИЯ к рабочей программе

1. Структура и содержание дисциплины.
2. Фонд оценочных средств.





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

Направление подготовки: **15.04.01 Машиностроение**

ОП (профиль): «**Цифровые технологии в аддитивном производстве и обработке давлением**»

Форма обучения: очная

Кафедра: Материаловедение

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Научные критерии выбора и методы исследования материалов»**

- Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств  
2. Описание оценочных средств:  
вариант экзаменационного билета  
варианты контрольных заданий  
перечень тем практических занятий

**Составители:**

Доцент, к.т.н. Лукьяненко Е.В.

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Научные критерии выбора и методы исследования материалов

ФГОС ВО 15.04.01 «Машиностроение»

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:

КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
<b>ОПК-10</b>	Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению механических свойств материалов	ИОПК-10.1. Разрабатывает методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств используемых материалов и готовых изделий в машиностроении	Лекции, самостоятельная работа, семинарские занятия, практические задания	С, ДС, ПР, ПЗ, Т, Э	<p><b>Базовый уровень:</b> воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, проводить стандартные испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, принимать профессиональные решения и владеть методами оценки результатов исследований.</p> <p><b>Повышенный уровень:</b> практическое применение полученных знаний в процессе выполнения экспериментальных исследований, готовность решать практические задачи повышенной сложности, типовые задачи, принимать профессиональные решения, владеть современными методами диагностики и оценки результатов исследований.</p>
	Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и готовых изделий в машиностроении	ИОПК-10.2. Разрабатывает методы стандартных испытаний по определению технологических показателей используемых материалов и готовых изделий			

\*\* - Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 3 к рабочей программе.

**Перечень оценочных средств по дисциплине «Научные критерии выбора и методы исследования материалов»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос (Э-экзамен)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Комплект экзаменационных билетов
2	Семинар (С)	Одна из форм практических занятий, проводимых по наиболее сложным вопросам (темам, разделам) с целью формирования и развития у обучающихся навыков самостоятельной работы, научного мышления, умения активно участвовать в	Перечень тем семинарских занятий
3	Практические задания (ПЗ)	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов	Перечень практических заданий
4	Доклад, сообщение (ДС)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
5	Презентация (ПР)	Представление студентом наработанной информации по заданной тематике в виде набора слайдов и спецэффектов, подготовленных в выбранной программе	Темы презентаций
6	Тестирование (применение онлайн образовательных технологий) (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий



## Темы семинарских занятий

№ п/п	Наименование	Код компетенции	Кол-во часов	Шкала оценивания
1	<i>Семинар (практическая работа) Выбор материала и способа его упрочнения для изделий различного назначения. (ЭОР)</i>	ОПК-10	4	зачтено/не зачтено
2	<i>Семинар (практическая работа) Определение упругопрочностных свойств резины при растяжении (ЭОР)</i>	ОПК-10	2	зачтено/не зачтено
3	<i>Семинар (практическая работа) Коррозия металлов (ЭОР)</i>	ОПК-10	2	зачтено/не зачтено
4	<i>Семинар (практическая работа) Фрактографический анализ (ЭОР)</i>	ОПК-10	2	зачтено/не зачтено
5	<i>Итоговый семинар (практическая работа) Материалы и методы исследования, используемые в ВКР</i>	ОПК-10	6	зачтено/не зачтено

### Критерии оценки практического задания:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он правильно выполнил задание.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не выполнил задание.

### Содержание и критерии оценки практической работы «Материалы и методы исследования в ВКР»:

#### Содержание работы включает:

описание использованных в ВКР материалов, методов оценки свойств и изучения структуры материалов.

При описании материала приводятся сведения о химическом составе; механических свойствах; физических свойствах; условиях эксплуатации в изделиях; способе производства и обработки (термической или иной).

Приводится описание:

методик оценки основных характеристик (прочность, твердость, ударная вязкость, предел выносливости, износостойкость и т.д.)

методов исследования структуры.

#### Рекомендации к выполнению задания

Задание оформляется в письменном виде (текстовый файл с титульным листом и в виде презентации);

### Образец практической работы (задания)

#### Определение упругопрочностных свойств резины при растяжении

##### Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретическую часть.
2. Ознакомиться с нормативно-технической документацией на проведение физико-механических испытаний резин (ГОСТ 270-75, ГОСТ 269-66).
3. В соответствии с порядковым номером в учебном журнале по таблицам 1 и 2 выбрать исходные данные (таблица 1) и диаграмму растяжения, соответствующего образца (таблица 2) для выполнения работы.

4. 4. Определить характеристики упругопрочностных свойств: условной прочности при растяжении, относительного удлинения при разрыве, относительной остаточной деформации после разрыва.
5. Результаты работы внести в таблицу 3.

#### Информационные данные

**Приборы и оборудование:** Испытания проводились на универсальной испытательной машине LFM-L-10 с экстензометром MFE 900.

**Материалы:** образцы из резины марок: 51-1434 НТА, ИРП-1354 НТА, НО-68-1 НТА, 51-1668, ИРП 1377, ИРП 1338 .

**Образцы:** образцы для испытаний на растяжение резин имеют форму двусторонней лопатки типа I (рис. 1) . Форму и тип образца, а также способ изготовления регламентирован в нормативно-технической документации на изделие (ГОСТ 270-75).

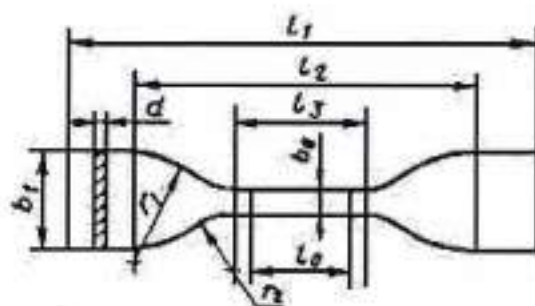


Рис. 1 Чертеж образца для испытания

#### Проведение испытаний:

Общие сведения к проведению физико-механических испытаний указаны в ГОСТ 270-75.

Испытания проводят при температуре  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  и скорости движения активного захвата  $(500 \pm 50)$  мм/мин.

Образец в форме лопатки закрепляют в захватах машины по установочным меткам так, чтобы ось образца совпадала с направлением растяжения. При испытании образцов с напльвами их закрепляют в захватах по краям напльвов.

Проверяют нулевые установки приборов, измеряющих силу и удлинение, и приводят в действие механизм растяжения. В ходе непрерывного растяжения образца фиксируют силу, соответствующую заданным удлинениям.

В момент разрыва образца фиксируют силу и расстояние между метками для образцов лопаток или расстояние между центрами роликов для образцов колец.

#### Обработка результатов:

По полученным в результате испытаний диаграммам растяжения определяют следующие механические характеристики:

- Условную прочность ( $f_p$ ) в МПа ( $\text{кгс}/\text{см}^2$ ) образцов лопаток вычисляют по формуле:

$$f_p = P/d \cdot b_0 \text{ МПа,}$$

где  $P$  - сила, вызывающая разрыв образца. Определяется следующим образом: точку на кривой растяжения, соответствующую максимальной нагрузке и предшествующую разрушению сносят на ось «Нагрузка», определив таким образом значение  $P$  (кгс).

$d$  — среднее значение толщины образца до испытания, (см);

$b_0$  — ширина образца до испытания, (см).

Относительное удлинение ( $\epsilon_p$ ) при разрыве образцов лопаток в процентах вычисляют по формуле:

$$\epsilon_p = (l_p - l_0 / l_0) \cdot 100, \%$$

где  $l_p$  — расстояние между метками в момент разрыва образца, мм;

$l_0$  — расстояние между метками образца до испытания, мм;

При отсутствии данных  $l_p$ , относительное удлинение  $\epsilon_p$  определяется по диаграмме растяжения: для этого точку кривой растяжения, в которой произошел разрыв образца, сносят на ось «Деформация», определяют, таким образом, значение относительного удлинения в процентах.

Относительная остаточная деформация ( $\Theta$ ) после разрыва образцов лопаток в процентах вычисляют по формуле:

$$\Theta = (l_k - l_0 / l_0) \cdot 100, \%$$

где  $l_k$  — расстояние между метками образца после разрыва, мм

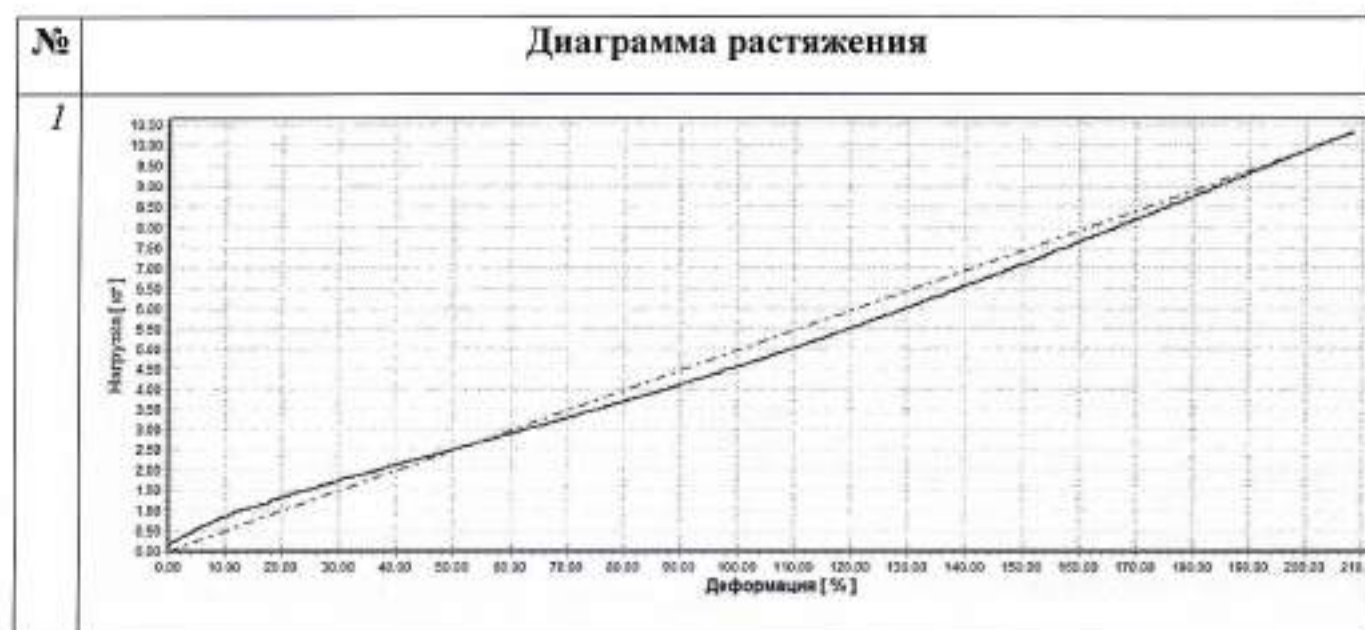
$l_0$  — расстояние между метками образца до испытания, мм

Таблица 1.

Исходные данные

Марка резины	№ варианта	Размеры образца			
		d, см	b <sub>0</sub> , см	L <sub>0</sub> , мм	L <sub>k</sub> , мм
51-1434 НТА	1	0,20	0,6	25	28,2
	2	0,19	0,6	25	27,3
	3	0,21	0,6	25	27,8
ИРП-1354 НТА	4	0,21	0,6	25	26,2
	5	0,20	0,6	25	26,4
	6	0,20	0,6	25	26,5
НО-68-1 НТА	7	0,21	0,6	25	28,6
	8	0,19	0,6	25	27,4
	9	0,21	0,6	25	27,1
51-1668	10	0,22	0,6	25	25,6
	11	0,21	0,6	25	25,7
	12	0,19	0,6	25	26,1
ИРП 1338	13	0,22	0,6	25	25,9
	14	0,20	0,6	25	25,5
	15	0,21	0,6	25	25,7

Таблица 2.



## Результаты испытаний

Марка материала	№ варианта	P (кгс)	$f_p$ (кгс/см <sup>2</sup> )	$\varepsilon_p$ (%)	$\Theta$ (%)

## Примерный перечень тем докладов и презентаций к семинарским занятиям

Классификация материалов по энергии межатомной связи и по структуре	ОПК-10
Классификация сталей и сплавов по назначению	ОПК-10
Методические основы выбора сталей, сплавов технологий их упрочняющей обработки	ОПК-10
Классификация неметаллических машиностроительных материалов	ОПК-10
Особенности выбора неметаллических материалов и их упрочняющей обработки	ОПК-10
Анализ параметров и режимов работы материалов	ОПК-10
Основные этапы выбора материалов	ОПК-10
Принципы выбора материалов и технологий упрочняющей обработки	ОПК-10
Металловедческие основы выбора сталей, сплавов и упрочняющей термической обработки	ОПК-10
Анализ конструкции, технологии изготовления и обработки деталей	ОПК-10
Синтез сплавов	ОПК-10
Выбор основы сплава	ОПК-10
Выбор легирующих элементов	ОПК-10
Растворимость и коэффициент распределения легирующего элемента в основе сплава	ОПК-10
Методики определения механических свойств материалов	ОПК-10
Методики измерения физических свойств материалов	ОПК-10
Физические свойства материалов и их единицы измерения	ОПК-10
Основные технико-экономические свойства материалов	ОПК-10
Технологические свойства материалов	ОПК-10
Коррозия. Виды коррозии	ОПК-10
Способы защиты от коррозии на стадии проектирования конструкции (изделия)	ОПК-10
Испытания на коррозионную стойкость и методы определения показателей коррозии.	ОПК-10
Деструкция и старение полимеров.	ОПК-10
Физические методы исследования. Термический анализ. Дилатометрический метод. Магнитный анализ.	ОПК-10
Методика определения шероховатости поверхности изделий	ОПК-10
Метод сканирующей электронной микроскопии	ОПК-10
Методики измерения свойств порошка. Удельная поверхность.	ОПК-10

Реологические характеристики порошка.	
Рентгеноструктурный анализ.	ОПК-10
Рентгеноспектральный анализ.	ОПК-10
Рентгенофазовый анализ	ОПК-10
Материалы и методы исследования, используемые в ВКР	ОПК-10

### Образцы вопросов из фонда тестовых заданий

Конструкционные материалы предназначены для изготовления:

- изделий, несущих механическую нагрузку;
- изделий, применяемых для передачи электроэнергии;
- деталей узлов трения;
- режущего и другого инструмента.

Электротехнические материалы предназначены для изготовления:

- изделий, применяемых для передачи, электроэнергии;
- изделий, несущих механическую нагрузку;
- деталей узлов трения;
- изготовления режущего и другого инструмента

К числу технико-экономических характеристик материалов относятся:

- доступность
- технологичность
- практичность
- энергоёмкость
- рациональность

- Основное требование к материалу, определяющее работоспособность и ресурс изделия – исходное структурно-фазовое состояние материала не должно претерпевать изменения в течение всего срока эксплуатации
- исходное структурно-фазовое состояние материала должно претерпевать изменения в течение всего срока эксплуатации
- исходное структурно-фазовое состояние материала может быть не стабильно в течение всего срока эксплуатации
- исходное структурно-фазовое состояние материала должно быть стабильно в течение второй половины срока эксплуатации

Установить соответствие между кристаллическими материалами и структурой энергетических зон

Проводник	валентная зона и зона проводимости перекрываются
Полупроводник	между валентной зоной и уровнем зоны проводимости находится запрещенная зона (ширина запрещенной зоны $W < 5$ эВ)
Диэлектрик	между валентной зоной и уровнем зоны проводимости находится запрещенная зона (ширина запрещенной зоны $W > 5$ эВ)

### Перечень вопросов к зачету

Вопросы к зачету	Код компетенции
Основные принципы классификации материалов.	ОПК-10
Классификация материалов по структурному признаку.	ОПК-10
Классификация материалов по назначению.	ОПК-10
Анализ номенклатуры технических материалов.	ОПК-10
Основные этапы выбора или создания материала.	ОПК-10
Основные критерии анализа условий работы изделия, конструкции.	ОПК-10
Анализ технологии изготовления и обработки изделия.	ОПК-10
Основные технико-экономические характеристики материалов.	ОПК-10
Технологические свойства материалов.	ОПК-10
Формулирование требований к материалу и его свойствам.	ОПК-10
Основные и ограничивающие свойства, определяемые при выборе материала.	ОПК-10
Классификация свойств материалов.	ОПК-10
Характеристики упругих свойств материалов.	ОПК-10
Характеристики технической прочности материалов. Методики их определения.	ОПК-10
Характеристика динамической прочности материалов. Метод испытания на ударный изгиб.	ОПК-10
Характеристики усталости материалов.	ОПК-10
Характеристики длительной прочности материалов.	ОПК-10
Методы измерения твердости материалов.	ОПК-10
Основные триботехнические характеристики твердых материалов.	ОПК-10
Основные физические свойства материалов и единицы их измерения.	ОПК-10
Температурные характеристики материалов. Методики их определения.	ОПК-10
Электрические свойства материалов и методики их измерения.	ОПК-10
Характеристики магнитных свойств материалов.	ОПК-10
Физико-химические основы взаимодействия материалов с окружающей средой. Основные понятия и определения.	ОПК-10
Коррозия металлов. Классификация процессов коррозии.	ОПК-10
Испытания на коррозионную стойкость и методы определения показателей коррозии.	ОПК-10
Деструкция и старение полимеров.	ОПК-10

Методы исследования структуры материалов.	ОПК-10
Метод световой микроскопии. Принцип формирования изображения в световом микроскопе.	ОПК-10
Метод электронной микроскопии. Принцип формирования изображения в электронном микроскопе.	ОПК-10
Методы электронно-микроскопического исследования.	ОПК-10
Основные этапы анализа объекта в просвечивающем электронном микроскопе.	ОПК-10
Особенности подготовки образцов для исследования на электронном микроскопе.	ОПК-10
Особенности образцов для различного вида электронных микроскопов.	ОПК-10
Анализ микродифракционных картин. Типы электронограмм.	ОПК-10
Контраст на электронно-микроскопическом изображении тонкой фольги.	ОПК-10
Понятие обратной решетки и ее связь с электронограммой.	ОПК-10
Виды излучений, применяемые в РЭМ.	ОПК-10
Основные механизмы взаимодействия электронного пучка с веществом мишени в РЭМ.	ОПК-10
Разрешающая способность растрового электронного микроскопа.	ОПК-10
Преимущества и недостатки растровой электронной микроскопии.	ОПК-10
Принцип работы сканирующего электронного микроскопа.	ОПК-10
Виды изломов, особенности их строения.	ОПК-10
Порядок проведения фрактографического анализа.	ОПК-10
Классификация изломов.	ОПК-10
Основные этапы анализа поверхности разрушения.	ОПК-10