

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Металлургии цветных металлов»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании кафедры металлургии цветных металлов

Протокол №9 от 14 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»

Направление: 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Пищевая инженерия

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Сысоев Иван Алексеевич
Дата подписания: 10.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Немчинова Нина
Владимировна
Дата подписания: 11.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Тютрин Николай
Орестович
Дата подписания: 20.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Физико-механические свойства конструкционных материалов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-2 Способность организовать сбор, изучение научно-технической информации по теме исследований и разработок; осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; проведение исследований и разработок	ПК-2.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-2.3	Способен осуществлять разработку планов и методических программ проведения исследований свойств материалов деталей машин	Знать области применения различных современных материалов для изготовления продукции, их состав, структуру, свойства; методы физико-механических и технологических испытаний Уметь определять основные механические свойства конструкционных материалов; выбирать механические и физические методы испытания конструкционных материалов Владеть навыками выбора испытательного оборудования, для проведения исследований свойств материалов деталей машин

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Физико-механические свойства конструкционных материалов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Новые конструкционные материалы», «Проектирование технологического оборудования»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Испытания и эксплуатация технологических машин и оборудования», «Защита технологических машин и оборудования от коррозии»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)
--------------------	---

	Всего	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	39	39
лекции	13	13
лабораторные работы	13	13
практические/семинарские занятия	13	13
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	69	69
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Классификация свойств материалов	1, 2	2	1, 2, 3, 4	13	1, 2, 3	5			Устный опрос
2	Методология научных исследований	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	11			4, 5, 6, 7	8	1, 2, 3, 4, 5	69	Доклад
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		13		13		13		69	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Классификация свойств материалов	Классификация свойств конструкционных материалов. Физические свойства. Механические свойства. Технологические свойства, Эксплуатационные свойства. Свойства основных конструкционных материалов, применяемых в машиностроении. Критерии выбора материала. Прочность - основной критерий работоспособности и расчета машиностроительных конструкций. Виды расчетов на прочность. Прочность при статических нагрузках. Тензор напряжений. Расчет. Механические характеристики. Прочность при циклических нагрузках. Циклы напряжений.

		Долговечность. Классификация методов упрочнения материалов. Остаточные напряжения. Наклеп. Толщина наклепанного слоя. Методы поверхностного пластического деформирования (дробеструйная обработка, алмазное выглаживание, дорнование отверстий, обкатка шариками и др.). Термическая обработка (закалка, отпуск, отжиг, нормализация). Химико-термическая обработка (цементация, нитроцементация, азотирование). Организация научных исследований и разработок. Виды испытаний. Испытания на растяжение. Испытания на сжатие. Испытания на изгиб. Определение твердости (метод Бриннеля, метод Роквелла, метод Виккерса, метод микротвердости и др.). Испытания на ударную вязкость. Испытания на долговечность. Условия испытаний. Оборудование для испытаний.
2	Методология научных исследований	Для успеха научного исследования его необходимо правильно организовать, спланировать и выполнять в определенной последовательности. План и последовательность действий зависят от вида, объекта и целей научного исследования. Так, если оно проводится по технической тематике, то вначале разрабатывается основной предплановый документ — технико-экономическое обоснование, а затем осуществляются теоретические и экспериментальные исследования, составляется научно-технический отчет и результаты работы внедряются в производство. Планирование научно-исследовательской работы (НИР) имеет значение для ее рациональной организации. В целях планирования НИР разрабатывается рабочая программа поведения научных исследований. Планирование проведения научного исследования: 1) формулировка проблемы или темы; 2) определение объекта и предмета исследования; 3) определение цели и постановку задач исследования; 4) указание методов исследования; 5) описание научной работы. Гипотеза как научное предположение, выдвигаемое для объяснения каких-либо фактов, явлений и процессов, является важным инструментом успешного решения исследовательских задач. Программа исследования может быть ориентирована на одну или несколько гипотез. Конкретное научное исследование

		осуществляется по плану, который строится в зависимости от количества информации об объекте исследования. Планы бывают разведывательные, аналитические (описательные) и экспериментальные.
--	--	---

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Получение алюминиевого сплава и исследование его физико-химических свойств	4
2	Оптический метод исследования структуры материалов	3
3	Неразрушающие методы контроля конструкционных материалов	3
4	Определение твердости конструкционных материалов	3

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Строение и свойства металлов, сплавов и неметаллических материалов	2
2	Свойства материалов при статических испытаниях	1
3	Упругие свойства и неполная упругость материалов	2
4	Организация научных исследований и разработок	2
5	Средства и методы научных исследований	2
6	Планирование эксперимента	2
7	Статистическая обработка данных	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	8
2	Подготовка к зачёту	11
3	Подготовка к практическим занятиям	10
4	Подготовка презентаций	10
5	Проработка разделов теоретического материала	30

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: групповая дискуссия, тренинг

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Цель

Формирование в ходе занятий компетенций для определения основных механических свойства конструкционных материалов, самостоятельного выбора методов испытаний конструкционных материалов.

Задание на СРС

Изучить основную и дополнительную литературу по теме предстоящего практического занятия.

Рекомендации к выполнению задания

При подготовке к практическому (семинарскому) занятию следует в первую очередь рассмотреть вопросы по теме занятия. При подготовке к практическим занятиям необходимо проработать литературу, указанную преподавателем, в объеме изучаемой темы. Самостоятельное изучение разделов курса производится с использованием литературных источников и интернет-ресурсов.

Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС

Обучающийся знакомится с РПД, в которой указан перечень практических занятий и рекомендуемая основная и дополнительная литература.

Критерии оценки качества выполнения работы

Активная работа обучающегося на практическом занятии (представление презентации, участие в обсуждении).

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Подготовка отчетов по лабораторным работам, защита отчета

Цель работы: развитие практических навыков использования научно-исследовательского оборудования для изучения методов исследования физико-химических свойств материалов.

Задание на СРС.

Отчёт по лабораторной работе должен содержать цель работы, список используемого оборудования, краткое описание хода работы, необходимые схемы процессов и оборудования, выполненные расчёты, таблицы и графики, выводы. Отчёты по лабораторным работам оформляются в соответствии с требованиями методических указаний по выполнению каждой лабораторной работы и требованиями стандарта СТО «027-2021 СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА. Учебно-методическая деятельность. Общие требования к организации и проведению лабораторных работ». На последующих занятиях отчёт предоставляется преподавателю для проверки и защиты. Допускается сдача отчета по лабораторной работе в электронном виде, с соблюдением требований СТО «027-2021 СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА. Учебно-методическая деятельность. Общие требования к организации и проведению лабораторных работ». При защите отчёта проверяется знание теоретического материала соответствующих разделов курса и вопросов методики, связанной с выполнением работы. Вопросы для контроля (на примере лабораторной работы «Получение алюминиевого сплава и исследование его физико-химических свойств»):

1. Какие физические свойства алюминия и сплавов на его основе?
2. Какие сплавы на основе алюминия используются в конструкционных материалов?

3. Каким способом проводится элементный анализ?
4. Какие примеси определяют марку алюминия, как влияют на свойства?
5. Опишите принцип выбора методов проведения исследования и составьте дорожную карту

Рекомендации по выполнению задания.

Главной целью лабораторных работ по дисциплине является ознакомление с основными свойствами материалов и методами их контроля, для формирования у обучающихся навыков выбора испытательного оборудования для проведения исследований свойств материалов.

Правильно выполненный отчёт по лабораторной работе обучающийся должен защитить, ответив на все поставленные вопросы. В случае успешной защиты преподаватель делает соответствующую отметку на титульном листе работы.

Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС

Данный вид СРС проводится в течение семестра согласно учебного плана подготовки бакалавров в объеме 13 часов в семестре №3.

Критерии оценки качества выполнения работы

Формой контроля данного вида СРС являются правильность оформления отчетов и полнота ответов на вопросы по контрольным вопросам

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

1. Проработка разделов теоретического материала

Цель работы

Приобрести опыт самостоятельной работы, развить базу теоретических знаний по направлению дисциплины.

Задание на СРС

Данный вид СРС предполагает самостоятельное изучение информационных источников с использованием перечня рекомендуемой литературы и информационных ресурсов.

Рекомендации по выполнению задания

Обучающийся при выполнении данного вида СРС может пользоваться как рекомендуемыми основной и дополнительной литературой и информационными ресурсами, так и подбирать и использовать новые информационные источники по направлению дисциплины.

Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС

В течение семестра обучающийся знакомится с РПД, в которой указан перечень практических занятий и рекомендуемая основная и дополнительная литература.

Критерии оценки качества выполнения работы

Проверка уровня сформированности компетенции в виде индивидуального устного собеседования по одному из теоретических вопросов зачета.

2. Подготовка к практическим занятиям

Цель - формирование в ходе занятий компетенций, развитие навыков металлургических расчетов применительно к электрометаллургии алюминия.

Задание на СРС

Изучить основную и дополнительную литературу по теме предстоящего практического занятия.

Рекомендации к выполнению задания

При подготовке к практическому (семинарскому) занятию следует в первую очередь рассмотреть вопросы по теме занятия. При подготовке к практическим занятиям необходимо проработать литературу, указанную преподавателем, в объеме изучаемой темы. Самостоятельное изучение разделов курса производится с использованием

литературных источников и интернет-ресурсов.

Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС

Обучающийся знакомится с РПД, в которой указан перечень практических занятий и рекомендуемая основная и дополнительная литература.

Критерии оценки качества выполнения работы

Активная работа обучающегося на практическом занятии.

3. Подготовка презентаций.

Цель работы

Приобрести опыт самостоятельной творческой деятельности, продемонстрировать способность к использованию творческого потенциала, повысить общекультурный уровень.

Задание на СРС

Данный вид СРС предполагает индивидуальную подготовку устного доклада с использованием презентационного материала по предложенной тематике с использованием перечня рекомендуемой литературы и информационных ресурсов.

Рекомендации по выполнению задания

Обучающийся при выполнении данного вида СРС может пользоваться как рекомендуемыми основной и дополнительной литературой и информационными ресурсами, так и подбирать и использовать новые информационные источники по тематике доклада публикации в научных журналах (например, «iPolytech Journal», Молодежный вестник ИрГТУ), в материалах международных и всероссийских конференций (например, Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Жизненный цикл конструкционных материалов», г. Иркутск; "Перспективы развития технологии переработки углеводородных и минеральных ресурсов", г. Иркутск).

Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС

В начале семестра выдается задание на подготовку доклада.

Примерная тематика докладов (презентаций):

1. Напряженное и деформированное состояние.
2. Упругость и неупругость металлов.
3. Пластическая деформация в металлах.
4. Механизмы упрочнения металлов и сплавов.
5. Теория и практика механических испытаний.
6. Разрушение металлов.
7. Влияние циклического нагружения на разрушение металлов (Усталость металлов).
8. Влияние температуры на разрушение (ползучесть металлов).
9. Изнашивание металлов.
10. Конструкционная прочность металлов и сплавов.

Критерии оценки качества выполнения данного вида СРС

Полнота раскрытия темы; перечень используемых источников и уровень компилятивности по тематике; качество оформления.

4. Оформление отчетов по лабораторным работам.

Цель работы: перед проведением лабораторной работы - ознакомление обучающихся с методикой проведения лабораторных работ, основными приборами и оборудованием, используемыми во время проведения лабораторных работ; ознакомление с соответствующими теоретическими вопросами, что способствует активному участию обучающихся в проведении лабораторных работ и успешной защите отчетов.

Рекомендации по выполнению задания.

За время, отведённое на подготовку и защиту лабораторных работ обучающийся должен

изучить материал по теме лабораторной работы и предварительно ознакомиться с порядком её выполнения.

Требования к форме и содержанию отчетных материалов изложены в п. 5.1.2

5. Подготовка к зачету.

Цель

Проверка сформированности компетенций в период изучения дисциплины.

Задание на СРС.

Обучающийся получает перечень вопросов к зачету по тематике дисциплины с учетом проверки сформированности компетенций.

Требования к форме и содержанию отчетных материалов

Зачет проводится в виде устного собеседования по теме дисциплины по вопросам, вынесенным на зачет.

Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС

Подготовка к зачету осуществляется на зачетной неделе.

Критерии оценки качества выполнения работы

Зачет по дисциплине правильность ответа на вопросы.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 3 | Доклад

Описание процедуры.

Данный вид самостоятельной работы предполагает индивидуальное самостоятельное подготовку доклада по предложенной тематике, с использованием перечня рекомендуемой литературы, информационных ресурсов. После самостоятельного изучения рекомендуемой литературы на последней неделе семестра обучающийся должен предоставить доклад с использованием презентационного материала.

Пример тем для доклада:

1. Средства и методы научного исследования
2. Этапы проведения научного исследования
3. Формулирование темы научного исследования
4. Планирование научной работы
5. Анализ результатов исследований и формулирование выводов
6. Методы теоретических исследований
7. Методы экспериментальных исследований
8. Статистическая обработка данных

Критерии оценивания.

Полнота раскрытия темы; перечень используемых источников и уровень компилятивности по тематике; качество оформления.

Активная работа обучающегося на занятиях (участие в обсуждении).

6.1.2 семестр 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Цель работы

Приобрести опыт самостоятельной деятельности, продемонстрировать способность к самостоятельному использованию знаний и умений по поиску информации по выданному заданию.

Задание на СРС

Данный вид СРС предполагает индивидуальное самостоятельное изучение литературы, интернет-рисунков для подготовки к устному опросу.

Пример тем для устного опроса:

1. Понятие «свойство».
2. Физические свойства.
3. Механические свойства.
4. Что такое напряжения? Виды напряжений
5. Виды расчетов на прочность
6. Механические характеристики при статических испытаниях
7. Механические характеристики при циклических испытаниях
8. Истинные и условные напряжения

Критерии оценивания.

Полнота ответов на вопросы по теме.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-2.3	Демонстрирует способность осуществлять разработку планов и методических программ проведения исследований свойств материалов деталей машин	Устное собеседование по контрольным вопросам зачета

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет проводится в форме устного опроса по вопросам с предварительной подготовкой. Экзаменатор вправе задавать вопросы сверх вопросов, выносимых на зачет. Критерии оценки ответа обучающегося на зачете, а также форма его проведения доводятся преподавателем до сведения обучающихся до начала зачета. Результат зачета объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи, затем выставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося. Выставление оценок на зачете

осуществляется на основе принципов объективности, справедливости, всестороннего анализа уровня знаний и освоения компетенций обучающихся.

Пример задания:

1. Физические и механические свойства материалов.
2. Критерии выбора материалов.
3. Что такое напряжения? Виды напряжений
4. Виды расчетов на прочность
5. Механические характеристики при статических и циклических испытаниях
6. Разрушение пластичных и хрупких материалов
7. Общелогические методы исследований
8. Методы теоретических исследований
9. Методы эмпирических исследований
10. Этапы проведения научного исследования
11. Постановка цели и задач
12. Обработка результатов экспериментальных исследований.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Демонстрирует способность осуществлять разработку планов и методических программ проведения исследований свойств материалов деталей машин	Не демонстрирует способность осуществлять разработку планов и методических программ проведения исследований свойств материалов деталей машин

7 Основная учебная литература

1. Золоторевский В. С. Механические испытания и свойства металлов : учеб. пособие для вузов по специальности "Металловедение, оборудование и технология терм. обраб. металлов" и "Обраб. металлов давлением" / В. С. Золоторевский; Ред. И. И. Новиков, 1974. - 303.
2. Зайдес С. А. Механические свойства и испытания материалов в вопросах и ответах : учебное пособие для самостоятельной работы студентов технических специальностей / С. А. Зайдес, Н. В. Вулых, 2008. - 195.
3. Быков С. Ю. Испытания материалов : учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе, 2011. - 135.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Минаева Л. А. Физико-химические методы исследования : учебное пособие / Л. А. Минаева, 2010. - 175.
2. Макарова И. А. Физико-химические методы исследования строительных материалов : учебное пособие / И. А. Макарова, Н. А. Лохова, 2011. - 134.
3. Горелик Семен Самуилович. Рентгенографический и электронно-оптический анализ : учеб. пособие для вузов по направлениям 550500 "Металлургия", 651300 "Металлургия", 651800 "Физ. материаловедение" / С. С. Горелик, Ю. А. Скаков, Л. Н. Расторгуев, 2002. - 357.

4. Анциферов Е. А. Методы контроля и анализа веществ : учебное пособие / Е. А. Анциферов, Л. А. Бегунова, Н. Н. Шевелева, 2015. - 127.
5. Анциферов Е. А. Физико-химические методы анализа : учебное пособие / Е. А. Анциферов, Л. А. Бегунова, Г. Н. Дударева, 2017. - 127.
6. Бегунова Л. А. Химические методы анализа : учебное пособие / Л. А. Бегунова, О. В. Кузнецова, 2019. - 108.
7. Краткий справочник физико-химических величин / Сост. Н. М. Барон и др., 1999. - 230.
8. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения / Г. Готтштайн; пер. с англ. К. Н. Золотовой, Д. О. Чаркина; под ред. В. П. Зломанова, 2011. - 400.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2008
2. Microsoft Office 2003 VLK (поставки 2007 и 2008)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Проектор "Epson EB-S18"
2. Портативный рентгенофлуоресцентный анализатор металлов S1 TITAN
3. Весы лабораторные "Веста ВМ 153"
4. Муфельная печь ЭКПС 10 (1100*С, 10л, материал камеры-волокно МКРВ)
5. Микроскоп "Axio Lab.A1"материалов-ий бинокулярный для лаб-ых исслед.
6. 1491 Микроскоп МИМ-7
7. Экран Projecta SlimScreen настенный