

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ФСТ  
Кустов

С.Л.

## **Рабочая программа дисциплины**

**Код и наименование дисциплины: Б1.Д.3 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»**

**Код и наименование научной специальности: 2.6.1. Metalловедение и термическая обработка металлов и сплавов**

**Форма обучения: очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
<b>Разработал</b>	ведущий научный сотрудник	С.Г. Иванов
	Зам. зав. кафедрой	С.В. Морозов
<b>Согласовал</b>	Зав. кафедрой «НГИГ»	А.М. Гурьев
	руководитель направленности (профиля) программы	А.М. Гурьев

г. Барнаул

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
знать	уметь	владеть
Изучение взаимосвязи химического и фазового составов (характеризуемых различными типами диаграмм, в том числе диаграммами состояния) с физическими, механическими, химическими и другими свойствами сплавов	Исследование работоспособности металлов и сплавов в различных условиях, выбор и рекомендация наиболее экономичных и надежных металлических материалов для конкретных технических назначений с целью сокращения металлоемкости, увеличения ресурса работы, повышения уровня заданных физических и химических характеристик деталей машин, механизмов, приборов и конструкций	Разработка новых и совершенствование существующих методов фазового, структурного и физико-химического анализов сплавов с учетом возможности цифровизации измерений

**2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося**

**Общий объем дисциплины в з.е. /час: 4 / 144**

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	0	0	35	109	51

**3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 5**

**Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 2 / 72**

**Форма промежуточной аттестации: Зачет**

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
0	0	17	55	25

**Практические занятия (17ч.)**

**1. Изучение методов измерения вязкости жидкостей {работа в малых группах} (2ч.) [3,10,11,12,15] Изложена методика проведения оценки вязкости**

жидкостей на ротационном вискозиметре, на вискозиметре ВПЖ. Предложено на модельных системах провести апробацию методов, получить числовые значения и сделать сравнительный анализ точности методов.

2. Методика оптического микроскопического анализа шлифованной поверхности срезов (шлифов) металлов {работа в малых группах} (3ч.) [2,3,4,7,12,14] Отработка навыков подготовки образцов металлических материалов для микроструктурного анализа с применением оптической микроскопии.

3. Изучение свойств поверхности элементарных волокон {работа в малых группах} (3ч.) [1,6,10,15] На примере волокнистых наполнителей различной природы определяются показатели механических свойств элементарных волокон, оценивается влияние температуры, влажности, агрессивных сред и растворителей на эти показатели, а также влияние различной обработки поверхности на их смачиваемость жидкими олигомерными композициями.

4. Методика определение удельной поверхностной энергии роста трещины {работа в малых группах} (3ч.) [1,3,6,10] Определение энергии, затрачиваемой на раскалывание образца с заданной начальной трещиной и отнесенной к площади образующейся при росте трещины поверхности в процессе растяжения образцов пластины длиной не менее 250 мм, шириной 40 мм, толщиной 4 - 6 мм. Канавка, направляющая рост трещины, должна иметь толщину не более 1 мм и глубину 1,5 - 2 мм с каждой стороны.

5. Испытания на растяжение, сжатие металлических материалов, резин и пластмасс. {работа в малых группах} (3ч.) [3,6,8,9,12,13] Изучение методологии проведения механических испытаний. Отработка навыков обработки диаграмм растяжения/сжатия. Сравнительный анализ результатов. особенности испытаний каждого класса материалов.

6. Методы анализа состава и структуры материалов. {работа в малых группах} (3ч.) [3,4,9,11] Спектроскопия. ЯМР. Фрактография. Методология исследований. Представление результатов. Интерпретация данных.

#### Самостоятельная работа (55ч.)

1. Подготовка к практическим занятиям. {творческое задание} (10ч.) [1,2,5,7,8,10,11] Подготовка к практическим занятиям.

2. Изучение материалов по темам: Теоретические основы материаловедения. Методы исследования структуры и физических свойств материалов. Механические свойства материалов и методы их определения {работа в малых группах} (10ч.) [1,2,7,8,10,11] Строение и свойства материалов. Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Электронная структура. Типы межатомных связей в кристаллах. Кристаллическое строение твердых тел. Типы кристаллических решеток металлов и их характеристика. Реальное строение металлических и неметаллических кристаллов. Дефекты кристаллического строения: точечные, линейные, поверхностные и объемные. Дислокационная структура и прочность металлов. Фуллерены и нанотрубки. Наноструктурное строение

веществ. Процессы самоорганизации дислокационной и фрактальной структур материалов с позиций синергетики. Композиционные материалы. Принципы формирования прочности и особенности структурообразования. Механические испытания. Физико-химические методы анализа. Микроскопия. Физические методы неразрушающего контроля дефектов материалов. Ультразвуковая дефектоскопия. ЯМР.

3. Изучение материалов по темам: Технология, химико-термической термомеханической обработки и поверхностного упрочнения материалов. **Металлы и сплавы в машиностроении {работа в малых группах} (10ч.)**[2,5,7,8,12] Термическая обработка стали. Основные виды термической обработки стали. Выбор вида термической обработки в зависимости от назначения изделия и условий его эксплуатации. Влияние термической обработки на свойства конструкционных сталей и сварных соединений. Химико-термическая обработка. Общие закономерности. Цементация с последующей термической обработкой. Азотирование. Влияние легирующих компонентов на толщину, твердость и износостойкость азотированного слоя. Термомеханическая обработка. Основные виды: предварительная высокотемпературная, низкотемпературная. Структура и свойства материалов после термомеханической обработки. Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия концентрированных потоков энергии. Поверхностное легирование и термическая обработка при лазерном и электронно-лучевом нагреве. Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия пластической деформации. Физическая сущность процесса. Роль остаточных напряжений. Области применения. Конструкционная прочность материалов. Критерии прочности, надежности, долговечности и износостойкости. Методы повышения конструкционной прочности. Конструкционные углеродистые и легированные стали. Требования, предъявляемые к конструкционным сталям. Металлургическое качество сталей Классификация углеродистых сталей по качеству, структуре и областям применения. Влияние углерода и примесей на свойства углеродистых сталей.

4. Изучение материалов по темам: Неметаллические материалы в машиностроении.

Эффективность применения материалов в машиностроении. {работа в малых группах} (10ч.)[6,8,10] Полимеры и пластические массы. Композиционные материалы. Резиновые материалы. Ситалы, керамические и другие неорганические материалы. Лакокрасочные и клеящие материалы. Методика расчета экономического эффекта за счет рационального выбора и применения машиностроительных материалов. Сравнительные данные по стоимости углеродистых сталей и сплавов, цветных металлов и сплавов, неметаллических материалов и области их эффективно-го применения. Себестоимость различных операций термической и химикотермической, термомеханической обработки материалов. Повышение надежности, долговечности и безопасности изделий машиностроения за счет применения новых материалов, обладающих уникальными физико-механическими,

технологическими и эксплуатационными свойствами, а также экологической чистотой. Совершенствование технических требований к материалам в нормативно-технической документации.

**5. Подготовка к зачету в форме тестового задания {творческое задание} (15ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8,10,11]**

*Семестр: 6*

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 2 / 72

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
0	0	18	54	26

**Практические занятия (18ч.)**

**1. Лабораторные методы испытаний физико-механических характеристик материалов {работа в малых группах} (4ч.)[3,5,8,12,15]** Изучение методологии исследований физико-механических свойств композиционных материалов. Основные требования к образцам. Ознакомление с соответствующими ГОСТами и стандартами ASTM. Изучение основных конструктивных элементов, оснасток и приспособлений для проведения соответствующих исследований.

**2. Изучение механических свойств различных классов волокнистых наполнителей {работа в малых группах} (4ч.)[1,4,6,13]** Экспериментальная оценка прочности, определение модуля упругости по диаграммам нагружения, статистическая обработка результатов. Оценка влияния модификации поверхности на упруго-прочностные свойства.

**3. Изучение физико-механических характеристик полимерных связующих {работа в малых группах} (4ч.)[1,3,6,12]** Механические испытания образцов связующих эпоксидной группы на растяжение, сжатие, изгиб, ударную вязкость, которые получены при различных режимах отверждения. Оценка свойств полимерных матриц методами ДМА и ДТА. Влияние дисперсных наполнителей на реологические характеристики полимеров.

**4. Определение упруго-прочностных характеристик КМ в различных направлениях {работа в малых группах} (3ч.)[1,8,10,15]** В ходе механических испытаний, студенты могут наглядно убедиться в различии упруго-прочностных свойств в зависимости от направления приложения нагрузки, подтвердить анизотропность поведения КМ.

**5. Определение коэффициента Пуассона однонаправленных КМ {работа в малых группах} (3ч.)[1,5,8,10]** Механические испытания однонаправленных пластиков. Определяются прочность, упругость, величина продольной и поперечной деформации, коэффициент Пуассона.

### **Самостоятельная работа (54ч.)**

- 1. Подготовка к практическим занятиям {творческое задание} (9ч.)[1,2,3,5,8]**  
Подготовка к лабораторным занятиям заключается в проработке теоретического материала по теме занятия с применением основной и дополнительной литературы. Приветствуется проработка студентом оригинальных статей с результатами аналогичных исследований. Ознакомление с методом исследования, с применяемым оборудованием. Ознакомление с соответствующим ГОСТом на метод исследования.
- 2. Изучение темы "Основы прочности полимерных композитов" {творческое задание} (9ч.)[1,6,8,10]**  
Прочность не наполненных полимеров. Термофлуктуационная природа прочности. Прочность наполненных полимерных материалов. Характеристики количественной оценки прочности. Основные задачи теории прочности. Механическая, термодинамическая и кинетическая концепции прочности. Химические превращения полимеров. Физические и фазовые состояния и переходы. Гелеобразование и отверждение. Прочность полимерных материалов, механизмы и факторы ее определяющие.
- 3. Уравнение состояния и поведение композитов во времени {творческое задание} (9ч.)[1,2,5,8]**  
Понятие вязкоупругости, варианты ее появления. Отклик тела на внешние воздействия. Условие "нестарения". Материалы с памятью. Уравнение состояние линейного вязкоупругого тела. Понятие ползучести, предела ползучести. Предел прочности при ползучести. Ядро ползучести. Теория старения. Теория упрочнения. Теория наследственности. Концентрация напряжений около отверстий в условиях ползучести.
- 4. Проведение сравнительного анализа свойств и областей применения металлических и неметаллических материалов {творческое задание} (9ч.)[1,6,7,8,9]**  
Проведение сравнительного анализа свойств и областей применения металлических и неметаллических материалов. Анализ механизмов разрушения. Динамики развития структурной поврежденности.
- 5. экскурсии на производство ПКМ и металлических изделий и конструкций {экскурсии} (9ч.)[6,7,8]**  
Экскурсии на предприятия полимерного композитного кластера ООО "АЛТИК", БЗС , АО "Алтайвагон", барнаульский станкостроительный завод и др.
- 6. Подготовка к экзамену(9ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8]**  
Работа с контрольными вопросами. Штудирование материалов семестра.

### **4. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Ананьева Е. С. Курс лекций по дисциплине «Механика композиционных материалов» для студентов направления 22.03. 01 «Материаловедение и технологии материалов» / Е.С. Ананьева; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул: АлтГТУ, 2021. - 155 с. - URL:[http://elib.altstu.ru/eum/download/ssm/Ananjeva\\_MehKompMat\\_k1.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/ssm/Ananjeva_MehKompMat_k1.pdf)

2. Гарифуллин, Ф. А. ТКМ и материаловедение : эффективно и занимательно : учебное пособие : [16+] / Ф. А. Гарифуллин, М. М. Еремина ; Казанский государственный технологический университет. - Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2009. - 139 с. : ил., табл. - Режим доступа: по подписке. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270572> (дата обращения: 14.06.2023). - ISBN 978-5-7882-0871-8. - Текст : электронный.

3. Ярославцева, Н. А. Материаловедение : лабораторные исследования и измерения : учебное пособие : [12+] / Н. А. Ярославцева. - Минск : РИПО, 2015. - 128 с. : схем., табл., ил. - Режим доступа: по подписке. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463700> (дата обращения: 14.06.2023)

4. Аникина, В. И. Фрактография в материаловедении : учебное пособие / В. И. Аникина, А. А. Ковалева ; Сибирский федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2014. - 143 с. : ил., табл., схем. - Режим доступа: по подписке. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364462> (дата обращения: 14.06.2023). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7638-3114-6. - Текст : электронный.

## 5. Перечень учебной литературы

### 5.1. Основная литература

5. Межецкий, Г. Д. Соппротивление материалов: учебник / Г. Д. Межецкий, Г. Г. Загребин, Н. Н. Решетник. - 5-е изд. - Москва: Дашков и К°, 2016. - 432 с. : ил. - Режим доступа: по подписке. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453911> (дата обращения: 01.04.2021). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-394-02628-7. - Текст: электронный.

6. Технология получения и переработки полимерных композиционных материалов: лабораторный практикум / И. В. Нечаев, И. Н. Ягрушкина, М. В. Дюльдина, А. В. Гречухин. - Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. - 49 с. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/111781.html>

7. Солнцев, Ю. П. Технология конструкционных материалов : учебник / Ю. П. Солнцев, Ю. П. Ермаков, В. Ю. Пирайнен. - 5-е изд. - Санкт-

Петербург : Химиздат, 2020. – 504 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=102721> (дата обращения: 14.06.2023). – ISBN 978-5-93808-347-0. – Текст : электронный.

8. Шарапова, В. А. Композиционные материалы специального назначения : учебное пособие / В. А. Шарапова ; науч. ред. М. А. Филиппов ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2020. – 151 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699299> (дата обращения: 14.06.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7996-3138-3. – Текст : электронный.

9. Бараз, В. Р. Назначение и выбор металлических материалов : учебное пособие / В. Р. Бараз, М. А. Филиппов, М. А. Гервасьев ; науч. ред. В. В. Березовская ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2016. – 195 с. : схем., ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=688991> (дата обращения: 14.06.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7996-1710-3. – Текст : электронный.

## 5.2. Дополнительная литература

8. Принципы создания композиционных полимерных материалов / А.А.Берлин, С.А.Вольфсон, В.Г. Ошмян, Н.С. Ениколопов. М.: Химия, 1990-300 с., 23 экз.

10. Шевченко А.А. Физикохимия и механика композиционных материалов СПб.: «Профессия», 2010.- 244 с., 10 экз.

11. Физико-химические основы создания активных материалов : учебник / М. Ф. Куприянов, Ю. В. Кабиров, А. Г. Рудская [и др.] ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2011. – 278 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241105> (дата обращения: 14.06.2023). – ISBN 978-5-9275-0847-1. – Текст : электронный.

12. Кузнецов, В. П. Технологии формирования и методы исследования наноструктурированного поверхностного слоя конструкционных материалов : учебное пособие / В. П. Кузнецов, А. С. Скоробогатов ; науч. ред. А. А. Попов ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2020. – 191 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699058> (дата обращения: 14.06.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7996-3014-0. – Текст : электронный.

13. Березовская, В. В. Диаграммы состояния двойных систем : учебное пособие / В. В. Березовская, Н. Н. Озерец, М. А. Гервасьев ;



науч. ред. В. Р. Бараз ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – 2-е изд., исправ. и перераб. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. – 202 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=695714> (дата обращения: 14.06.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7996-2266-4. – Текст : электронный.

**6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

14. Марочник статей: [http://www.splav-kharkov.com/quest\\_form.php](http://www.splav-kharkov.com/quest_form.php)

15. ЭБС "Электронная библиотека online": <https://biblioclub.ru/>

**7. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине федеральным государственным требованиям (ФГТ), которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

**8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет аспиранта.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	LibreOffice
2	Microsoft Office
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Единая база ГОСТов Российской Федерации ( <a href="http://gostexpert.ru/">http://gostexpert.ru/</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) – свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
помещения для самостоятельной работы
лаборатории

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».