

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: и.о. ректора
Дата подписания: 16.04.2024 12:00:31
Уникальный программный ключ:
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТОМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УМР
ИПТИ

_____ У.С. Путилова
« _____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины:	Механические и физические свойства материалов
направление подготовки:	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
направленность:	Материаловедение и технологии материалов в отраслях топливно-энергетического комплекса
форма обучения:	очная

Рабочая программа разработана для обучающихся по направлению подготовки 22.03.01
Материаловедение и технологии материалов, направленность Материаловедение и технологии
материалов в отраслях топливно-энергетического комплекса.

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры материаловедения и технологии конструкционных материалов

Заведующий выпускающей кафедрой _____ И.М. Ковенский

Рабочую программу разработал:
В.И. Плеханов, доцент, к.т.н., доцент _____

Лист согласования

Внутренний документ "Механические и физические свойства материалов_2022_22.03.01_МТМ(ТЭК)"

Документ подготовил: Плеханов Владимир Иванович

Документ подписал: Путилова Ульяна Сергеевна

Серийный номер ЭП	Должность	ФИО	ИО	Результат	Дата	Комментарий
	Ведущий специалист		Кубасова Светлана Викторовна	Согласовано	23.06.2022	
	Директор БИК	Каюкова Дарья Хрисановна	Ситницкая Любовь Ивановна	Согласовано	23.06.2022	
	Директор института	Халин Анатолий Николаевич		Согласовано	23.06.2022	
	Заведующий кафедрой материаловедения и технологии конструкционных материалов	Ковенский Илья Моисеевич		Согласовано	23.06.2022	

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: получение знаний о природе механических и физических свойств материалов, способах их определения и измерения современными методами.

Задачи дисциплины:

- установить связь между строением материала, его структурой, механическими и физическими свойствами;
- изучить влияние внутренних факторов и внешних условий на механические и физические свойства материалов;
- рассмотреть теоретические и освоить экспериментальные методы определения механических и физических свойств металлических и неметаллических материалов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание фундаментальных явлений, процессов, законов и понятий в области материаловедения и технологии материалов,

умения распознавать фундаментальные явления, процессы и законы,

владение первичными навыками определения стандартными методами механических и физических свойств и использования полученных результатов для оценки качества материалов и изделий.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин Технология конструкционных материалов, Сопротивление материалов, Материаловедение и служит основой для освоения дисциплин Теория и технология термической и химико-термической обработки, Методы структурного анализа, Инновационные конструкционные материалы, Диагностика и экспертиза материалов, Теории строения материалов, Кристаллография.

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)
<i>ПКС-1</i> Способен разрабатывать типовые технологические процессы в области	<i>ПКС-1.2</i> Анализирует технологии производства материалов и разрабатывает рекомендации по	Знать: <i>31</i> основы технологии получения и обработки материалов
		Уметь: <i>У1</i> разрабатывать рекомендации по составу, структуре и способу обработки

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)
материаловедения и технологии материалов	составу, структурному состоянию и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их эксплуатационных свойств	материалов на основе моделирования их условий эксплуатации Владеть: <i>B1</i> навыками повышения эксплуатационных свойств материалов типовыми технологиями обработки
	<i>ПКС-1.4</i> Применяет конструкторскую документацию и формулирует предложения по изменению конструктивных требований к эксплуатационным свойствам изделий, с целью более эффективной реализации возможностей материалов, подвергаемых типовым технологическим процессам термической и химико-термической обработки	Знать: <i>32</i> основные виды конструкторской документации Уметь: <i>У2</i> формулировать требования к изделиям в зависимости от заданных эксплуатационных свойств
		Владеть: <i>B2</i> навыками оптимизации эксплуатационных свойств исходя из возможностей материала изделия
<i>ПКС-2</i> Способен сопровождать типовые технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов	<i>ПКС-2.2</i> Анализирует закономерности влияния технологических факторов типовых режимов тепловой обработки на структуру, химический и фазовый состав, а также эксплуатационные свойства обрабатываемых материалов	Знать: <i>33</i> основные фундаментальные закономерности теории строения вещества, определяющие физические и механические свойства
		Уметь: <i>У3</i> прогнозировать эксплуатационные свойства материалов при известном химическом составе и структуре
		Владеть: <i>B3</i> навыками анализа влияния факторов тепловой обработки на свойства материала
	<i>ПКС-2.3</i> Анализирует и формулирует причины отклонений эксплуатационных свойств деталей и инструмента от заданных параметров	Знать: <i>34</i> возможные причины отклонений свойств материалов от заданных при различных внешних воздействиях
Уметь: <i>У4</i> прогнозировать изменение физических, механических и эксплуатационных свойств материалов при различных видах воздействия		
Владеть: <i>B4</i> методами определения отклонений свойств материалов от заданных		
<i>ПКС-3</i> Способен выявлять причины брака материалов и изделий	<i>ПКС-3.1</i> Осуществляет оценку качества изготовленных изделий, применяя методы и оборудование неразрушающего и разрушающего контроля	Знать: <i>35</i> основные методы оценки качества материала разрушающими и неразрушающими методами
		Уметь: <i>У5</i> формулировать требования по качеству к материалу конкретного изделия
		Владеть: <i>B5</i> навыками проведения разрушающего и неразрушающего контроля
	<i>ПКС-3.2</i> Разрабатывает заключения о причинах снижения качества и формулирует предложения по повышению качества эксплуатационных характеристик изделий, изготовленных процессами термического производства	Знать: <i>36</i> взаимосвязь эксплуатационных свойств материалов с физическими и механическими свойствами
		Уметь: <i>У6</i> определять или рассчитывать эксплуатационные, физические и механические характеристики материала
		Владеть: <i>B6</i> навыками составления заключений и формулирования предложений по качеству материала
<i>ПКС-3.3</i> Проводит выборочные исследования и испытания изделий, в целях уточнения зависимостей свойств от	Знать: <i>37</i> методологию проведения испытаний материалов	
	Уметь: <i>У7</i> анализировать изменения структуры материала по изменению его	

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)
	параметров технологических процессов	физических и механических свойств
		Владеть: <i>B7</i> методами определения физических и механических свойств материалов
	<i>ПКС-3.4</i> Осуществляет сбор информации о наличии рекламаций на изделия, анализирует и выявляет возможные причины возникновения дефектов изделий	Знать: <i>38</i> влияние основных параметров технологических процессов на структуру и свойства материала изделия
		Уметь: <i>У8</i> определять причины дефектов по прямым и косвенным причинам
	Владеть: <i>B8</i> навыками сбора и анализа технической информации	

4. Объём дисциплины

Общий объём дисциплины составляет 8 зачётных единиц, 288 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Контроль, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции и	Практические занятия	Лабораторные занятия			
очная	3 / 6	18	–	34	56	-	зачёт
очная	3 / 7	30	–	30	84	36	экзамен

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины.

очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

6 семестр:

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Введение	2	–	–	5	7	<i>ПКС-1.2, ПКС-1.4, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-3.4</i>	Тест (пункт 3.2 в ФОС)
2	2	Тепловые свойства материалов	4	–	12	17	33	<i>ПКС-1.2, ПКС-1.4, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-3.4</i>	Тест (пункт 3.2 в ФОС)
3	3	Электрические свойства материалов	6	–	12	17	35	<i>ПКС-1.2, ПКС-1.4, ПКС-2.2,</i>	Тест (пункт 3.2 в ФОС)

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
								<i>ПКС-2.3, ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-3.4</i>	
4	4	Магнитные свойства материалов	6	–	10	17	33	<i>ПКС-1.2, ПКС-1.4, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-3.4</i>	Тест (пункт 3.2 в ФОС)
5	Зачёт		–	–	–	–	–	<i>ПКС-1.2, ПКС-1.4, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-3.4</i>	Тест (пункт 3.3 в ФОС) Письменный опрос (Приложение 1)
Итого:			18	–	34	56	108		

Таблица 5.1.2

7 семестр:

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
6	5	Напряжения и деформации	4	–	4	4	12	<i>ПКС-1.2, ПКС-1.4, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-3.4</i>	Тест (пункт 3.2 в ФОС)
7	6	Неупругие явления в твёрдых телах	4	–	8	4	16	<i>ПКС-1.2, ПКС-1.4, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-3.4</i>	Тест (пункт 3.2 в ФОС)
8	7	Пластическая деформация, упрочнение и разрушение твёрдых тел	8	–	12	8	28	<i>ПКС-1.2, ПКС-1.4, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-3.4</i>	Тест (пункт 3.2 в ФОС)
9	8	Статические испытания	6	–	4	8	18	<i>ПКС-1.2, ПКС-1.4, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-3.1,</i>	Тест (пункт 3.2 в ФОС)

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
								ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-3.4	
10	9	Динамические и усталостные испытания	4	–	2	8	14	ПКС-1.2, ПКС-1.4, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-3.4	Тест (пункт 3.2 в ФОС)
11	10	Изнашивание и износостойкость материалов	4	–	–	4	8	ПКС-1.2, ПКС-1.4, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-3.4	Тест (пункт 3.2 в ФОС)
12		Курсовой проект	–	–	–	48	48	ПКС-1.2, ПКС-1.4, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-3.4	Устный опрос
13	Экзамен		–	–	–	–	36	ПКС-1.2, ПКС-1.4, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-3.4	Тест (пункт 3.3 в ФОС) Письменный опрос (Приложение 1)
Итого:			30	–	30	84	180		

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. «Введение».

Классификация свойств материалов. Отличие физических свойств от механических. Влияние на свойства внешних факторов.

Раздел 2. «Тепловые свойства материалов».

Плотность материалов. Влияние на плотность состава и структуры. Изменение плотности при изменении температуры. Дилатометрические измерения. Термоэлектрические эффекты в электрических цепях. Применение метода ТермоЭДС в металловедении. Материалы для термопар. Теплоёмкость и ее составные части. Методы измерения теплоёмкости. Влияние температуры на слагаемые теплоёмкости. Изменение теплоёмкости при фазовых и структурных превращениях. Влияние типа связи на теплоёмкость фаз. Характеристика теплопроводности.

Влияние электронной структуры на теплопроводность материалов. Связь теплопроводности и электрической проводимости.

Раздел 3. «Электрические свойства материалов».

Электрическая проводимость материалов. Классификация материалов по электрической проводимости. Носители электрического заряда в различных материалах. Энергетические состояния электронов в металлах, диэлектриках и полупроводниках. Влияние состава и структуры металла на его электрическую проводимость. Длина свободного пробега электрона в проводниках, находящихся в электрическом поле. Изменение электрической проводимости материалов при изменении температуры. Влияние магнитного поля на электропроводимость материалов.

Раздел 4. «Магнитные свойства материалов».

Классификация материалов по их взаимодействию с магнитным полем. Характеристики магнитных свойств. Образование магнитного момента в диамагнетиках, парамагнетиках и ферромагнетиках. Особые свойства ферромагнетиков. Взаимодействие ферромагнетиков с внешним магнитным полем. Структурно-чувствительные и структурно-нечувствительные свойства ферромагнетиков. Влияние типа связи на магнитные свойства фаз и соединений. Классификация материалов по магнитным свойствам. Роль электронного строения атомов в обеспечении магнитных свойств.

Раздел 5. «Напряжения и деформации».

Понятие напряжения. Виды напряжений и деформаций, возникающих в твёрдых телах под нагрузкой. Виды напряжённых состояний. Тензорная запись напряжённого состояния. Варианты деформированных состояний. Элементарный и обобщённый законы Гука для изотропных твёрдых тел. Обобщённый закон Гука для анизотропных твёрдых тел. Коэффициенты и модули упругости твёрдых тел.

Раздел 6. «Неупругие явления в твёрдых телах».

Влияние времени действия нагрузки на связь между напряжением и деформацией. Энергетическое состояние тела при деформациях. Эффекты, наблюдаемые при неупругости тел. Потери энергии при неупругих деформациях. Виды показателей, характеризующих величину внутреннего трения.

Раздел 7. «Пластическая деформация, упрочнение и разрушение твёрдых тел».

Виды пластической деформации кристаллических твёрдых тел. Скольжение и двойникование в кристаллах. Системы скольжения в металлических кристаллах. Приведённое напряжение сдвига и критическое напряжение сдвига. Виды дислокаций. Свойства дислокаций. Взаимодействие дислокаций с элементами атомно-кристаллической структуры. Взаимодействие дислокаций с линейными, точечными, объёмными и плоскими несовершенствами в кристаллах. Сущность деформационного упрочнения в металлах.

Диаграммы деформации. Стадии деформационного упрочнения. Изменение тонкой структуры кристаллов при деформационном упрочнении металлов. Виды разрушений. Классификация видов разрушений по различным признакам. Механизмы зарождения трещин. Концентрация напряжений в материале при наличии дефектов. Замедленное разрушение. Факторы, влияющие на характер разрушения. Особенности аморфного состояния материалов. Влияние температуры на механические свойства аморфных материалов. Разрушение аморфных материалов.

Раздел 8. «Статические испытания».

Схемы нагружения при статических испытаниях. Характеристики прочности и пластичности, определяемые при испытаниях на растяжение, сжатие, изгиб и кручение. Достоинства и недостатки видов испытаний.

Раздел 9. «Динамические и усталостные испытания».

Влияние температуры и скорости нагружения на механические свойства материалов. Виды динамических испытаний. Характеристики сопротивления динамическим нагрузкам. Развитие разрушения при циклическом многократном действии нагрузки. Характеристика сопротивления материала усталостному разрушению. Влияние различных факторов на выносливость материала. Процессы пластической деформации и разрушения при длительном действии нагрузки и высокой температуры. Испытания на ползучесть.

Раздел 10. «Изнашивание и износостойкость материалов».

Виды изнашивания материалов. Износостойкость и её связь с другими свойствами материалов.

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

6 семестр:

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объём, час.	Тема лекции
		ОФО	
1	1	0,2	Классификация свойств материалов
2		0,5	Отличие физических свойств от механических
3		1	Влияние на свойства внешних факторов
4	2	0,5	Плотность материалов
5			Влияние на плотность состава и структуры
6			Изменение плотности при изменении температуры
7		0,5	Дилатометрические измерения
8		0,5	Термоэлектрические эффекты в электрических цепях
9			Применение метода термоЭДС в металловедении
10			Материалы для термопар
11		0,5	Теплоёмкость и ее составные части
12			Методы измерения теплоёмкости
13			Влияние температуры на слагаемые теплоёмкости
14			Изменение теплоёмкости при фазовых и структурных превращениях
15			Влияние типа связи на теплоёмкость фаз
16		0,5	Характеристика теплопроводности

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объём, час.	Тема лекции	
		ОФО		
17	3		Влияние электронной структуры на теплопроводность материалов	
18		0,5	Связь теплопроводности и электрической проводимости	
19		0,5	Электрическая проводимость материалов	
20		1	Классификация материалов по электрической проводимости	
21		0,5	Носители электрического заряда в различных материалах	
22		1	Энергетические состояния электронов в металлах, диэлектриках и полупроводниках	
23		1	Влияние состава и структуры металла на его электрическую проводимость	
24		0,5	Длина свободного пробега электрона в проводниках, находящихся в электрическом поле	
25		1	Изменение электрической проводимости материалов при изменении температуры	
26		0,5	Влияние магнитного поля на электропроводимость материалов	
27		4	0,5	Классификация материалов по их взаимодействию с магнитным полем
28			0,5	Характеристики магнитных свойств
29			0,5	Образование магнитного момента в диамагнетиках, парамагнетиках и ферромагнетиках
30			0,5	Особые свойства ферромагнетиков
31	1		Взаимодействие ферромагнетиков с внешним магнитным полем	
32	0,5		Структурно-чувствительные и структурно-нечувствительные свойства ферромагнетиков	
33	1		Влияние типа связи на магнитные свойства фаз и соединений	
34	1		Классификация материалов по магнитным свойствам	
35	0,5		Роль электронного строения атомов в обеспечении магнитных свойств	
	Итого:		18	

Таблица 5.2.2

7 семестр:

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объём, час.	Тема лекции
		ОФО	
36	5	0,5	Понятие напряжения
37		0,5	Виды напряжений и деформаций, возникающих в твёрдых телах под нагрузкой
38		0,5	Виды напряжённых состояний
39		0,5	Тензорная запись напряжённого состояния
40		0,5	Варианты деформированных состояний
41		0,5	Элементарный и обобщённый законы Гука для изотропных твёрдых тел
42		0,5	Обобщённый закон Гука для анизотропных твёрдых тел
43		0,5	Коэффициенты и модули упругости твёрдых тел
44	6	1	Влияние времени действия нагрузки на связь между напряжением и деформацией
45		1	Энергетическое состояние тела при деформациях
46		1	Эффекты, наблюдаемые при неупругости тел. Потери энергии при неупругих деформациях
47		1	Виды показателей, характеризующих величину внутреннего трения
48	7	0,5	Виды пластической деформации кристаллических твёрдых тел
49		0,5	Скольжение и двойникование в кристаллах. Системы скольжения в металлических кристаллах
50		0,5	Приведённое напряжение сдвига и критическое напряжение сдвига
51		0,5	Виды дислокаций. Свойства дислокаций
52		0,5	Взаимодействие дислокаций с элементами атомно-кристаллической структуры
53		0,5	Взаимодействие дислокаций с линейными, точечными, объёмными и плоскими несовершенствами в кристаллах
54		0,5	Сущность деформационного упрочнения в металлах
55		0,5	Сущность деформационного упрочнения в металлах
56		0,5	Диаграммы деформации. Стадии деформационного упрочнения

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объём, час.	Тема лекции	
		ОФО		
57		0,5	Изменение тонкой структуры кристаллов при деформационном упрочнении металлов	
58		0,5	Виды разрушений. Классификация видов разрушений по различным признакам	
59			Механизмы зарождения трещин	
60		0,5	Концентрация напряжений в материале при наличии дефектов	
61		0,5	Замедленное разрушение	
62		0,5	Факторы, влияющие на характер разрушения	
63		0,5	Особенности аморфного состояния материалов	
64		0,5	Влияние температуры на механические свойства аморфных материалов	
65		0,5	Разрушение аморфных материалов	
66		8	1	Схемы нагружения при статических испытаниях
67			4	Характеристики прочности и пластичности, определяемые при испытаниях на растяжение, сжатие, изгиб и кручение
68			1	Достоинства и недостатки видов испытаний
69		9	0,5	Влияние температуры и скорости нагружения на механические свойства материалов
70			0,5	Виды динамических испытаний
71			0,5	Характеристики сопротивления динамическим нагрузкам
72	0,5		Развитие разрушения при циклическом многократном действии нагрузки	
73	0,5		Характеристика сопротивления материала усталостному разрушению	
74	0,5		Влияние различных факторов на выносливость материала	
75	0,5		Процессы пластической деформации и разрушения при длительном действии нагрузки и высокой температуры	
76	0,5		Испытания на ползучесть	
77	10	2	Виды изнашивания материалов	
78		2	Износостойкость и её связь с другими свойствами материалов	
	Итого:	30		

Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы

Таблица 5.2.3

6 семестр:

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объём, час.	Наименование лабораторной работы
		ОФО	
1	1	4	Определение плотности материалов
2	2	6	Термический анализ
3		4	Определение удельной теплоёмкости металлов
4	3	4	Изучение влияния состава и структуры углеродистой стали на твёрдость и коэрцитивную силу
5		6	Определение удельного электросопротивления металлов
6		4	Измерение термоЭДС
7	4	6	Влияние состава и структуры на магнитные свойства сталей
	Итого:	34	

Таблица 5.2.4

7 семестр:

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объём, час.	Наименование лабораторной работы
		ОФО	
8	5	4	Упругая деформация и константы упругости материалов
9	6	4	Пластическая деформация металлов
10		4	Влияние схемы нагружения на характер деформации и разрушения материалов
11	7	4	Микротвёрдость фаз и структурных составляющих
12		4	Анизотропия материалов
13		4	Резко выраженная текучесть материалов
14	8	4	Конструктивная прочность материалов
15	9	2	Особенности усталостных разрушений
Итого:		30	

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.5

6 семестр:

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объём, час.	Тема	Вид СРС
		ОФО		
1	1	1	Классификация свойств материалов	Подготовка к лабораторным работам
2		1	Отличие физических свойств от механических	
3		2	Влияние на свойства внешних факторов	
4	2	1	Плотность материалов	Подготовка к лабораторным работам Оформление отчётов
5		2	Влияние на плотность состава и структуры	
6		1	Изменение плотности при изменении температуры	
7		2	Дилатометрические измерения	
8		1	Термоэлектрические эффекты в электрических цепях	
9		2	Применение метода термоЭДС в металловедении	
10		2	Материалы для термопар	
11		1	Теплоёмкость и ее составные части	
12		2	Методы измерения теплоёмкости	
13		1	Влияние температуры на слагаемые теплоёмкости	
14		2	Изменение теплоёмкости при фазовых и структурных превращениях	
15		2	Влияние типа связи на теплоёмкость фаз	
16		1	Характеристика теплопроводности	
17		2	Влияние электронной структуры на теплопроводность материалов	
18	1	Связь теплопроводности и электрической проводимости		
19	3	2	Электрическая проводимость материалов	Подготовка к лабораторным работам Оформление отчётов
20		2	Классификация материалов по электрической проводимости	
21		2	Носители электрического заряда в различных материалах	
22		1	Энергетические состояния электронов в металлах, диэлектриках и полупроводниках	
23		2	Влияние состава и структуры металла на его электрическую проводимость	
24		1	Длина свободного пробега электрона в проводниках, находящихся в электрическом поле	
25		2	Изменение электрической проводимости материалов при изменении температуры	
26	2	Влияние магнитного поля на электропроводимость материалов		
27	4	2	Классификация материалов по их взаимодействию с магнитным полем	Подготовка к лабораторным работам Оформление отчётов
28		2	Характеристики магнитных свойств	
29		1	Образование магнитного момента в диамагнетиках, парамагнетиках и ферромагнетиках	

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объём, час.		Тема	Вид СРС
		ОФО			
30		1		Особые свойства ферромагнетиков	
31		1		Взаимодействие ферромагнетиков с внешним магнитным полем	
32		2		Структурно-чувствительные и структурно-нечувствительные свойства ферромагнетиков	
33		1		Влияние типа связи на магнитные свойства фаз и соединений	
34		2		Классификация материалов по магнитным свойствам	
35		2		Роль электронного строения атомов в обеспечении магнитных свойств	
		Итого:	56		

Таблица 5.2.6

7 семестр:

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объём, час.		Тема	Вид СРС
		ОФО			
36	5	1		Понятие напряжения. Виды напряжений и деформаций, возникающих в твёрдых телах под нагрузкой	Подготовка к лабораторным работам Оформление отчётов
37		1		Виды напряжённых состояний. Тензорная запись напряжённого состояния	
38		1		Варианты деформированных состояний. Элементарный и обобщённый законы Гука для изотропных твёрдых тел	
39		1		Обобщённый закон Гука для анизотропных твёрдых тел. Коэффициенты и модули упругости твёрдых тел	
44	6	1		Влияние времени действия нагрузки на связь между напряжением и деформацией	Подготовка к лабораторным работам Оформление отчётов
45		1		Энергетическое состояние тела при деформациях	
46		0,5		Эффекты, наблюдаемые при неупругости тел	
47		0,5		Потери энергии при неупругих деформациях	
48		1		Виды показателей, характеризующих величину внутреннего трения	
49	7	0,5		Виды пластической деформации кристаллических твёрдых тел	Подготовка к лабораторным работам Оформление отчётов
50		0,5		Скольжение и двойникование в кристаллах	
51		0,5		Системы скольжения в металлических кристаллах	
52		0,5		Приведённое напряжение сдвига и критическое напряжение сдвига	
53		1		Виды дислокаций	
54		1		Свойства дислокаций	
55		0,5		Взаимодействие дислокаций с элементами атомно-кристаллической структуры	
56		1		Взаимодействие дислокаций с линейными, точечными, объёмными и плоскими несовершенствами в кристаллах	
57		1		Сущность деформационного упрочнения в металлах	
58		0,5		Диаграммы деформации	
59				Стадии деформационного упрочнения	
60	1		Изменение тонкой структуры кристаллов при деформационном упрочнении металлов		
61	8	0,5		Виды разрушений	Подготовка к лабораторным работам Оформление отчётов
62		0,5		Классификация видов разрушений по различным признакам	
63		1		Механизмы зарождения трещин	
64		0,5		Концентрация напряжений в материале при наличии дефектов	
65		0,5		Замедленное разрушение	
66		0,5		Факторы, влияющие на характер разрушения	
67		0,5		Особенности аморфного состояния материалов	

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объём, час.	Тема	Вид СРС
		ОФО		
68		1	Влияние температуры на механические свойства аморфных материалов	
69		0,5	Разрушение аморфных материалов	
70		1	Схемы нагружения при статических испытаниях	
71		1	Характеристики прочности и пластичности, определяемые при испытаниях на растяжение, сжатие, изгиб и кручение	
72		0,5	Достоинства и недостатки видов испытаний	
73		1	Влияние температуры и скорости нагружения на механические свойства материалов	
74	2	Виды динамических испытаний		
75	1	Характеристики сопротивления динамическим нагрузкам		
76	1	Развитие разрушения при циклическом многократном действии нагрузки		
77	1	Характеристика сопротивления материала усталостному разрушению		
78	1	Влияние различных факторов на выносливость материала		
79				
80	1	Процессы пластической деформации и разрушения при длительном действии нагрузки и высокой температуры. Испытания на ползучесть		
81	2	Виды изнашивания материалов	Подготовка к лабораторным работам Оформление отчётов	
82	10	2		Износостойкость и её связь с другими свойствами материалов
		48	Курсовой проект	Устный опрос
	Итого:	84		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведётся с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в Power Point в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- практическая работа в малых группах (лабораторные работы).

6. Тематика курсовых проектов

1. Теплофизические свойства материалов.
2. Вязкость разрушения высокопрочных конструкционных материалов.
3. Термоэлектрические свойства металлов и полупроводников.
4. Внутреннее трение в металлических материалах.
5. Критерии надёжности конструкционных материалов.
6. Способы определения конструктивной прочности.
7. Способы оценки показателей прочности по твердости.
8. Измерение микротвердости в многофазных сплавах.
9. Поведение дислокаций при деформациях кристаллических тел.
10. Ползучесть металлов.
11. Триботехнические свойства материалов.

12. Сверхпластичность металлов.
13. Выносливость металлов и сплавов.
14. Псевдоупругость в металлических сплавах.
15. Наклёп и рекристаллизация в сплавах и металлах.
16. Электропроводность металлов и сплавов.
17. Жаростойкость и жаропрочность материалов.
18. Тепловое расширение материалов.
19. Магнитные свойства ферромагнетиков.
20. Сверхпроводники и их применение.
21. Релаксация напряжений в металлических конструкциях, материалах.
22. Материалы с большой демпфирующей способностью.
23. Трещиностойкость конструкционных материалов.
24. Конструктивная прочность машиностроительных материалов.
25. Электропроводность чистых металлов.

7. Контрольные работы

7.1. Методические указания для выполнения контрольных работ.

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблицах 8.1, 8.2.

Таблица 8.1

6 семестр:

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Выполнение и защита лабораторных работ	0-10
2	Тестирование (письменный опрос)	0-15
ИТОГО за 1 текущую аттестацию		0-25
2 текущая аттестация		
3	Выполнение и защита лабораторных работ	0-15
4	Тестирование (письменный опрос)	0-15
ИТОГО за 2 текущую аттестацию		0-30
3 текущая аттестация		
5	Выполнение и защита лабораторных работ	0-30
6	Тестирование (письменный опрос)	0-15
ИТОГО за 3 текущую аттестацию		0-45
ВСЕГО		100

7 семестр:

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Выполнение и защита лабораторных работ	0-10
2	Тестирование (письменный опрос)	0-15
ИТОГО за 1 текущую аттестацию		0-25
2 текущая аттестация		
3	Выполнение и защита лабораторных работ	0-10
4	Тестирование (письменный опрос)	0-15
ИТОГО за 2 текущую аттестацию		0-25
3 текущая аттестация		
5	Выполнение и защита лабораторных работ	0-35
6	Тестирование (письменный опрос)	0-15
ИТОГО за 3 текущую аттестацию		0-50
ВСЕГО		100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>

Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО «УГНТУ» и ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» <http://bibl.rusoil.net>

Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО «УГТУ» и ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» <http://lib.ugtu.net/books>

База данных «Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU» (эл.подписи)

ООО «ЭБС ЛАНЬ» www.e.lanbook.ru

ООО «Издательство ЛАНЬ» www.e.lanbook.com

ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» www.urait.ru

База данных Консультант студента «Электронная библиотека технического ВУЗа» <http://www.studentlibrary.ru>

Цифровой образовательный ресурс IPR SMART <http://www.iprbookshop.ru/>

Система поддержки дистанционного обучения [Электронный ресурс]: <http://educon.tsogu.ru:8081/login/index.php>

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства, представлено в таблице 9.3.1.

Таблица 9.3.1

№ п/п	Название	Условия доступа, срок действия	Назначение
1	Windows 7, 8 Pro x86/x64	Авторизация, бессрочно при продлении лицензии	Операционная система для управления с помощью графического интерфейса
2	MS Office Professional Plus x86/x64		Офисный пакет приложений для работы с различными типами документов
3	Zimbra (Зимбра)		Автоматизация совместной деятельности
4	Educon (Эдукон)		Поддержка учебного процесса
5	1С Документооборот (Версия для ВУЗов)		
6	Пакет «Антиплагиат.ВУЗ»		
7	Техэксперт		
8	Гарант		
9	КонсультантПлюс		Справочно-правовая система
10	ПАК Микро-View (МС-Фото)	USB ключ, бессрочно	Программно-аппаратный комплекс для проведения микроскопического анализа; анализа фрагментов микроструктуры твёрдых тел
11	ПАК Микро-Анализ View		
12	ПАК SIAM (Olimpus)	Бессрочно	
13	ПТК для испытательной машины 1P-20 (И1185М)		Программно-технический комплекс для управления и анализа полученных результатов
14	ПТК для испытательной машины ИИ5018		

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

Обеспеченность материально-технических условий реализации ОПОП ВО

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	2	3	4
1	Механические и физические свойства материалов	<p><i>Аудитория для лекционных занятий определяется в соответствии с расписанием:</i></p> <p><i>Лекционные занятия:</i> Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, моноблок - 1 шт., проектор - 1 шт., проекционный экран - 1 шт.</p> <p>Программное обеспечение: Microsoft Office Professional Plus, Microsoft Windows</p> <p><i>Аудитория для лабораторных занятий определяется в соответствии с расписанием:</i></p>	625039, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70 / ул. Мельникайте, д. 72 / ул. 50 лет Октября, д.38.

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	2	3	4
		<p><i>Лабораторные занятия:</i> Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Телевизор - 1 шт., Машина испытательная разрывная - 1 шт., пресс - 1 шт., твердомеры - 1 комплект, станки: токарный - 1 шт., шлифовальный - 1 шт., сверлильный - 1 шт., полировальный - 1 шт., заточный - 1 шт., печи лабораторные - 4 шт., шкаф вытяжной - 1 шт., копер маятниковый - 1 шт.</p> <p>Программное обеспечение: Adobe Acrobat Reader DC Microsoft Office Professional Plus Microsoft Windows</p>	625039, Тюменская область, г.Тюмень, ул. Мельникайте, 72, ауд. 110.
		<p><i>Лабораторные занятия:</i> Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютеры в комплекте - 5 шт., Оборудование для приготовления металлографических шлифов - 1 шт., Твердомеры - 1 комплект, Световые микроскопы - 1 шт., Телевизионная панель - 1 шт., Микротвердомер - 1 шт.</p> <p>Программное обеспечение: Microsoft Office Professional Plus, Microsoft Windows</p>	625027, Тюменская область, г.Тюмень, ул. 50 лет Октября, д.38, ауд. 102.
		<p><i>Лабораторные занятия:</i> Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья компьютер в комплекте– 1 шт. Световые микроскопы - 1 комплект, Микротвердомеры - 1 шт., Твердомеры - 1 комплект, Телевизионная панель - 1 шт.</p> <p>Программное обеспечение: Microsoft Office Professional Plus, Microsoft Windows</p>	625027, Тюменская область, г.Тюмень, ул. 50 лет Октября, д.38, ауд. 102а.
		<p><i>Лабораторные занятия:</i> Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	625027, Тюменская область, г.Тюмень, ул. 50 лет Октября, д.38, ауд. 106.

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	2	3	4
		<p>Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте – 2 шт. Стилоскоп - 1 шт., Маятниковый копер - 1 шт., Печи лабораторные - 5 шт., Твердомеры - 1 комплект, Станки: токарный - 1 шт., сверлильный - 1 шт., заточный - 1 шт., полировальный - 1 шт. (убрать) Установка для приготовления шлифов - 1 шт., Машина трения - 1 шт., Машина разрывная - 1 шт., Установка индукционного нагрева - 1 шт., Микроскоп OLIMPUS - 1 шт.</p> <p>Программное обеспечение: Adobe Acrobat Reader DC Microsoft Office Professional Plus Microsoft Windows</p>	

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина: Механические и физические свойства материалов
 Код, направление подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
 Направленность: Материаловедение и технологии материалов в отраслях топливно-энергетического комплекса

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ПКС-1	ПКС-1.2 Анализирует технологии производства материалов и разрабатывает рекомендации по составу, структурному состоянию и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их эксплуатационных свойств	Знать: З1 основы технологии получения и обработки материалов	Обучающийся демонстрирует разрозненные бессистемные знания, не выделяет главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, беспорядочно, неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач в соответствии с требованиями программы или вообще отказывается от ответа	Обучающийся излагает основное содержание учебного материала, но раскрывает материал неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, не умеет доказательно обосновать свои суждения	Обучающийся обнаруживает достаточное владение учебным материалом, в том числе понятийным аппаратом; демонстрирует уверенную ориентацию в изученном материале, возможность применять знания для решения практических задач, но затрудняется в приведении примеров, при ответе допускает отдельные неточности	Обучающийся обнаруживает глубокое, полное знание содержания учебного материала, понимание сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, принципов и теорий; умение выделять существенные связи в рассматриваемых явлениях, давать точное определение основным понятиям, связывать теорию с практикой, решать прикладные задачи; аргументирует свои суждения, грамотно владеет профессиональной терминологией, связно излагает свой ответ
		Уметь: У1 разрабатывать рекомендации по составу, структуре и способу обработки материалов на основе моделирования их условий эксплуатации				
	Владеть: В1 навыками повышения эксплуатационных свойств материалов типовыми технологиями обработки					
	ПКС-1.4 Применяет конструкторскую документацию и формулирует предложения по изменению конструктивных требований к эксплуатационным свойствам изделий, с целью более эффективной реализации возможностей материалов, подвергаемых типовым технологическим процессам термической и химико-термической обработки	Знать: З2 основные виды конструкторской документации				
	Уметь: У2 формулировать требования к изделиям в зависимости от заданных эксплуатационных свойств	Владеть: В2 навыками оптимизации эксплуатационных свойств исходя из возможностей материала изделия				
ПКС-2	ПКС-2.2 Анализирует закономерности влияния технологических факторов типовых режимов тепловой обработки на структуру, химический и фазовый состав, а также эксплуатационные свойства обрабатываемых материалов	Знать: З3 основные фундаментальные закономерности теории строения вещества, определяющие физические и механические свойства				
		Уметь: У3 прогнозировать эксплуатационные свойства материалов при известном химическом составе и структуре				
		Владеть: В3 навыками анализа влияния факторов тепловой обработки на свойства материала				
	ПКС-2.3 Анализирует и формулирует причины отклонений	Знать: З4 возможные причины отклонений свойств материалов от заданных при различных внешних воздействиях				

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
	эксплуатационных свойств деталей и инструмента от заданных параметров	<p>Уметь: <i>У4</i> прогнозировать изменение физических, механических и эксплуатационных свойств материалов при различных видах воздействия</p> <p>Владеть: <i>В4</i> методами определения отклонений свойств материалов от заданных</p>				
<i>ПКС-3</i>	<i>ПКС-3.1</i> Осуществляет оценку качества изготовленных изделий, применяя методы и оборудование неразрушающего и разрушающего контроля	Знать: <i>35</i> основные методы оценки качества материала разрушающими и неразрушающими методами				
		Уметь: <i>У5</i> формулировать требования по качеству к материалу конкретного изделия				
		Владеть: <i>В5</i> навыками проведения разрушающего и неразрушающего контроля				
	<i>ПКС-3.2</i> Разрабатывает заключения о причинах снижения качества и формулирует предложения по повышению качества эксплуатационных характеристик изделий, изготовленных процессами термического производства	Знать: <i>36</i> взаимосвязь эксплуатационных свойств материалов с физическими и механическими свойствами				
		Уметь: <i>У6</i> определять или рассчитывать эксплуатационные, физические и механические характеристики материала				
		Владеть: <i>В6</i> навыками составления заключений и формулирования предложений по качеству материала				
	<i>ПКС-3.3</i> Проводит выборочные исследования и испытания изделий, в целях уточнения зависимостей свойств от параметров технологических процессов	Знать: <i>37</i> методологию проведения испытаний материалов				
		Уметь: <i>У7</i> анализировать изменения структуры материала по изменению его физических и механических свойств				
		Владеть: <i>В7</i> методами определения физических и механических свойств материалов				
	<i>ПКС-3.4</i> Осуществляет сбор информации о наличии рекламаций на изделия, анализирует и выявляет возможные причины возникновения дефектов изделий	Знать: <i>38</i> влияние основных параметров технологических процессов на структуру и свойства материала изделия				
		Уметь: <i>У8</i> определять причины дефектов по прямым и косвенным причинам				
		Владеть: <i>В8</i> навыками сбора и анализа технической информации				

КАРТА

обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина: Механические и физические свойства материалов

Код, направление подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность: Материаловедение и технологии материалов в отраслях топливно-энергетического комплекса

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Кол-во экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Луц А. Р. Механические свойства металлов: практикум / А. Р. Луц. – Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. – 77 с. – ЭБС "IPR BOOKS". – ISBN 2227-8397: ~Б. ц. – Текст: непосредственный. Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. http://www.iprbookshop.ru/105214.html	ЭР*	30	100	+
2	Механические свойства металлов: лабораторный практикум / А. Р. Луц. – Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. – 64 с. – ЭБС "IPR BOOKS". – ISBN 2227-8397: ~Б. ц. – Текст: непосредственный. Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. http://www.iprbookshop.ru/111382.html	ЭР*	30	100	+
3	Физические свойства металлов и сплавов: лабораторный практикум / О. И. Мамзурина, А. В. Поздняков, А. Ю. Чурюмов, А. Д. Барсуков. – Москва: Издательский Дом МИСиС, 2012. – 72 с. – ЭБС "IPR BOOKS". – ISBN 2227-8397: ~Б. ц. – Текст: непосредственный. Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. http://www.iprbookshop.ru/107007.html	ЭР*	30	100	+

ЭР* – электронный ресурс для автор. пользователей доступен через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>