

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: и.о. ректора
Дата подписания: 02.07.2024 14:36:22
Уникальный программный ключ:
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ

Председатель КСН

 И.М. Ковенский

«30» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины:

Моделирование и оптимизация свойств материалов
и технологических процессов

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 в соответствии с утверждённым учебным планом от 30.08.2021 г. и требованиями ОПОП 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов к результатам освоения дисциплины.

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры материаловедения и технологии конструкционных материалов

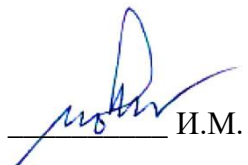
Протокол № 1 от «30» августа 2021 г.

Заведующий кафедрой


И.М. Ковенский

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой


И.М. Ковенский

«30» августа 2021 г.

Рабочую программу разработал:

В.И. Плеханов, доцент, к.т.н., доцент



1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: освоение общих принципов и методов моделирования и оптимизации состава, структуры, технологических и эксплуатационных свойств материалов и параметров технологических процессов их производства и обработки.

Задачи дисциплины:

- освоение основных видов моделирования как формы отражения, описания или имитации действительных объектов, процессов или явлений;
- расширение и закрепление теоретических и практических знаний по теории оптимизации, постановке оптимизационных задач и методах их решения;
- освоение методов моделирования простых веществ и соединений и их композиций для определения технологических и эксплуатационных свойств и решения задач по оптимизации параметров состав-структура-свойства материалов и покрытий;
- получение навыков и умений строить модели и оптимизировать параметры состав-структура-свойства по типам материалов и покрытий и группам их свойств;
- теоретическое и практическое освоение принципов, методов и процедур моделирования технологических процессов;
- получение навыков и умений решения прямых, обратных и сопряженных задач моделирования технологических процессов производства, обработки и переработки материалов и нанесения покрытий и оптимизации их параметров по типам и группам материалов и процессов.

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 навыками решения задач на основе фундаментальных явлений, процессов, и законов в области материаловедения и технологии материалов.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин Технология конструкционных материалов, Материаловедение, Механические и физические свойства материалов, Методы исследования материалов и процессов, 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 материаловедения и технологии материалов	<i>ПКС-1.1</i> Осуществляет рациональный выбор металлических и неметаллических материалов, оптимизирует их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности	Знать: <i>31</i> классификацию металлических и неметаллических материалов
		Уметь: <i>У1</i> выявлять факторы и анализировать условия эксплуатации, влияющие на надежность и экономичность материалов
		Владеть: <i>В1</i> навыками рационального выбора материалов в зависимости от заданных условий эксплуатации изделия
	<i>ПКС-1.2</i> 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: <i>32</i> основы технологии получения и обработки материалов
		Уметь: <i>У2</i> разрабатывать рекомендации по составу, структуре и способу обработки материалов на основе моделирования их условий эксплуатации
		Владеть: <i>В2</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>33</i> основные виды конструкторской документации
		Уметь: <i>У3</i> формулировать требования к изделиям в зависимости от заданных эксплуатационных свойств
		Владеть: <i>В3</i> навыками оптимизации эксплуатационных свойств исходя из возможностей материала изделия
	<i>ПКС-1.5</i> Применяет технологическое оборудование для реализации типовых режимов тепловой обработки и использует средства автоматизированного проектирования типовых технологических процессов	Знать: <i>34</i> классификацию и виды технологического оборудования для реализации типовых режимов тепловой обработки
Уметь: <i>У4</i> проектировать типовые технологические процессы автоматизированными средствами		
Владеть: <i>В4</i> навыками выбора технологического оборудования на основе моделирования типовых процессов тепловой обработки		
<i>ПКС-2</i> Способен сопровождать типовые технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов	<i>ПКС-2.1</i> Применяет способы и средства текущего контроля и регулирования технологических факторов типовых режимов тепловой обработки	Знать: <i>35</i> типовые виды тепловой обработки, применяемых в области материаловедения и технологии материалов
		Уметь: <i>У5</i> применять способы и средства контроля для регулирования режимов тепловой обработки
	<i>ПКС-2.2</i> Анализирует закономерности технологических факторов типовых	Владеть: <i>В5</i> навыками регулирования технологических факторов типовых режимов тепловой обработки
		Знать: <i>36</i> закономерности изменения состава, структуры и свойств материалов в результате теплового воздействия

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)
	режимов тепловой обработки на структуру, химический и фазовый состав, а также эксплуатационные свойства обрабатываемых материалов	Уметь: У6 анализировать и выбирать типовые режимы тепловой обработки Владеть: В6 навыками анализа закономерностей изменения состава, структуры и свойств материалов в результате теплового воздействия

4. Объём дисциплины

Общий объём дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс / семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
очная	4 / 8	12	–	24	36	экзамен

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины.

очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ 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	4	–	4	6	14	ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.4, ПКС-1.5, ПКС-2.1, ПКС-2.2	Тест Защита отчёта по л.р.
2	2	Основы моделирования материалов и процессов	4	–	12	20	36		Тест Защита отчёта по л.р.
3	3	Постановка задач оптимизации и поиск оптимальных решений	4	–	8	10	22		Тест Защита отчёта по л.р.
7	Экзамен		–	–	–	–	36		Тест Письменный опрос
Итого:			12	–	24	36	108		

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. «Введение».

Основные определения и терминология. Роль моделирования и решения задач оптимизации в комплексной разработке новых материалов и технологических процессов.

Раздел 2. «Основы моделирования материалов и процессов».

Принципы, методы и процедуры моделирования как формы отражения, описания и имитации действительных систем (объектов и процессов). Основные виды моделей и моделирования: концептуальное, структурно-функциональное, физическое, математическое и

компьютерное (имитационное или программное). Современные аналитические подходы к моделированию материалов, явлений или процессов. Разработка алгоритмов расчёта параметров новых материалов и технологических процессов.

Раздел 3. «Постановка задач оптимизации и поиск оптимальных решений».

Классификация и постановка задач оптимизации, условия и критерии оптимальности, объекты оптимизации. Оптимизация технологических процессов. Этапы решения задач оптимизации. Виды задач оптимизации технологических процессов. Аналитические методы решения задач оптимизации. Линейное и нелинейное программирование. Многокритериальные задачи оптимизации. Специальные виды программирования.

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объём, час.	Тема лекции
		ОФО	
1	1	3	Основные определения и терминология
2		3	Роль моделирования и решения задач оптимизации в комплексной разработке новых материалов и технологических процессов
3	2	5	Принципы, методы и процедуры моделирования как формы отражения, описания и имитации действительных систем (объектов и процессов)
4		5	Основные виды моделей и моделирования: концептуальное, структурно-функциональное, физическое, математическое и компьютерное (имитационное или программное)
5		5	Современные аналитические подходы к моделированию материалов, явлений или процессов
6		5	Разработка алгоритмов расчёта параметров новых материалов и технологических процессов
7	3	1	Классификация и постановка задач оптимизации, условия и критерии оптимальности, объекты оптимизации
8		1	Оптимизация технологических процессов. Этапы решения задач оптимизации
9		2	Этапы решения задач оптимизации
10		1	Виды задач оптимизации технологических процессов
11		1	Аналитические методы решения задач оптимизации
12		1	Линейное и нелинейное программирование
13		1	Многокритериальные задачи оптимизации
14		2	Специальные виды программирования
	Итого:	36	

Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объём, час.	Наименование лабораторной работы
		ОФО	
1	1	4	Теоретические основы экспериментальных исследований
2	2	4	Моделирование композиционных материалов с заданными параметрами

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объём, час.	Наименование лабораторной работы
		ОФО	
		4	Линейная задача о назначении (задача выбора)
3	3	4	Прямые, косвенные и совместные измерения. Метод наименьших квадратов
4		4	Метод последовательного изменения координат. Симплекс-метод
5		4	Выбор оптимального базисного решения симплекс-методом
Итого:		24	

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объём, час.	Тема	Вид СРС
		ОФО		
1	1	2	Основные определения и терминология	Подготовка к лабораторным работам Оформление отчётов
2		2	Роль моделирования и решения задач оптимизации в комплексной разработке новых материалов и технологических процессов	
3	2	1	Принципы, методы и процедуры моделирования как формы отражения, описания и имитации действительных систем (объектов и процессов)	
4		1	Основные виды моделей и моделирования: концептуальное, структурно-функциональное, физическое, математическое и компьютерное (имитационное или программное)	
5		1	Современные аналитические подходы к моделированию материалов, явлений или процессов	
6		1	Разработка алгоритмов расчёта параметров новых материалов и технологических процессов	
7	3	0,5	Классификация и постановка задач оптимизации, условия и критерии оптимальности, объекты оптимизации	
8		0,5	Оптимизация технологических процессов. Этапы решения задач оптимизации	
9		0,5	Этапы решения задач оптимизации	
10		0,5	Виды задач оптимизации технологических процессов	
11		0,5	Аналитические методы решения задач оптимизации	
12		0,5	Линейное и нелинейное программирование	
13		0,5	Многокритериальные задачи оптимизации	
14		0,5	Специальные виды программирования	
Итого:		36		

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 работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

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 таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Выполнение и защита лабораторных работ	0-30
2	Тестирование (письменный опрос)	0-20
ИТОГО за 1 текущую аттестацию		0-50
2 текущая аттестация		
3	Выполнение и защита лабораторных работ	0-30
6	Тестирование (письменный опрос)	0-20
ИТОГО за 2 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.

1. Договор № 09-16/19 от 18.10.2019 г. взаимного оказания услуг двухстороннего доступа к ресурсам научно-технической библиотеки ФГАОУ ВО РГУ Нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина и ФГБОУ ВО «ТИУ»: <http://elib.gubkin.ru/>

Количество пользователей не ограничено, онлайн-доступ с любой точки, где есть Интернет.

2. Договор № Б124/2019/09-20/2019 от 20.12.2019 г. на оказание услуг по предоставлению двустороннего доступа к ресурсам научно-технической библиотеки ФГБОУ ВО «УГНТУ» и ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»: <http://bibl.rusoil.net>

Количество пользователей не ограничено, онлайн-доступ с любой точки, где есть Интернет.

3. ЭБС «Издательства Лань» Гражданско-правовой договор № 5066-19 от 31.07.2019 с ООО «Издательство ЛАНЬ»: <http://e.lanbook.com>

Количество пользователей не ограничено, онлайн-доступ с любой точки, где есть Интернет.

4. Электронно-библиотечная система ВООК.ru Гражданско-правовой договор № 5931-19 от 29.08.2019 г. с ООО «КноРусмедиа» на оказание услуг по предоставлению доступа к электронно-библиотечной системе ВООК.ru: <https://www.book.ru>

Количество пользователей не ограничено, онлайн-доступ с любой точки, где есть Интернет.

5. «Электронное издательство ЮРАЙТ» Гражданско-правовой договор № 5068-19 от 09.07.2019 г.с ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» на оказание услуг по предоставлению доступа к ЭБС: www.biblio-online.ru

Количество пользователей не ограничено, онлайн-доступ с любой точки, где есть Интернет.

7. Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ: <http://elib.tyuiu.ru>

8. 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		Информационно-справочная система
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)		
13	ПТК для испытательной машины 1P-20 (И1185М)	Бессрочно	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

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)
1	Твердомер ЕМСО-TEST N3A	—
2	Твердомер ТШ-2М	—
3	Твердомер Роквелла LKR4150	—
4	Твердомер Виккерса LKV6030	—
5	Отсчётные микроскопы МПБ-2, МПБ-3	—
6	Разрывная машина 1P-20 (И1185М)	—
7	Маятниковый копёр JB-300B	—
8	Биноккулярный микроскоп БМ-2	—

№ п\п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)
9	Микроскопы световые РВ-21, РВ-22, ЛВ-31, ЛВ-32	–
10	Печи шахтные ПШ	–
11	Печи лабораторные камерные ПМ-1.0-7	–
12	Электropечи NaberTherm L9/11/P320	–
13	Мультиметры	–
14	–	Персональный компьютер (моноблок), проектор, экран

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина: Моделирование и оптимизация свойств материалов и технологических процессов

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
<i>ПКС-1</i> Способен разрабатывать типовые технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов	<i>ПКС-1.1</i> Осуществляет рациональный выбор металлических и неметаллических материалов, оптимизирует их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности	Знать: <i>З1</i> классификацию металлических и неметаллических 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 уверенность в 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: <i>У1</i> выявлять факторы и анализировать условия эксплуатации, влияющие на надежность и экономичность материалов				
		Владеть: <i>В1</i> навыками рационального выбора материалов в зависимости от заданных условий эксплуатации изделия				
	<i>ПКС-1.2</i> 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: <i>З2</i> основы технологии получения и обработки материалов				
		Уметь: <i>У2</i> разрабатывать рекомендации по составу, структуре и способу обработки материалов на основе моделирования их условий эксплуатации				
		Владеть: <i>В2</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>З3</i> основные виды конструкторской документации				
		Уметь: <i>У3</i> формулировать требования к изделиям в зависимости от заданных эксплуатационных свойств				
		Владеть: <i>В3</i> навыками оптимизации эксплуатационных свойств исходя из возможностей материала изделия				
	<i>ПКС-1.5</i> Применяет технологическое оборудование для реализации	Знать: <i>З4</i> классификацию и виды технологического оборудования для реализации типовых режимов тепловой обработки				

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
	типовых режимов тепловой обработки и использует средства автоматизированного проектирования типовых технологических процессов	Уметь: <i>У4</i> проектировать типовые технологические процессы автоматизированными средствами				
		Владеть: <i>В4</i> навыками выбора технологического оборудования на основе моделирования типовых процессов тепловой обработки				
<i>ПКС-2</i> Способен сопровождать типовые технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов	<i>ПКС-2.1</i> Применяет способы и средства текущего контроля и регулирования технологических факторов типовых режимов тепловой обработки	Знать: <i>З5</i> типовые виды тепловой обработки, применяемых в области материаловедения и технологии материалов				
		Уметь: <i>У5</i> применять способы и средства контроля для регулирования режимов тепловой обработки				
		Владеть: <i>В5</i> навыками регулирования технологических факторов типовых режимов тепловой обработки				
	<i>ПКС-2.2</i> Анализирует закономерности технологических факторов типовых режимов тепловой обработки на структуру, химический и фазовый состав, а также эксплуатационные свойства обрабатываемых материалов	Знать: <i>З6</i> закономерности изменения состава, структуры и свойств материалов в результате теплового воздействия				
		Уметь: <i>У6</i> анализировать и выбирать типовые режимы тепловой обработки				
		Владеть: <i>В6</i> навыками анализа закономерностей изменения состава, структуры и свойств материалов в результате теплового воздействия				

КАРТА

обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина: Моделирование и оптимизация свойств материалов и технологических процессов

Код, направление подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

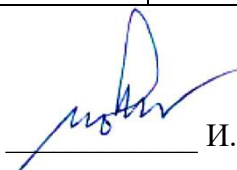
Направленность: Материаловедение и технологии материалов в отраслях топливно-энергетического комплекса

№ 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	Алпатов, Ю. Н. Моделирование процессов и систем управления: учебное пособие / Ю. Н. Алпатов. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 140 с. – ЭБС "Лань". – ISBN 978-5-8114-2993-6: ~Б. ц. – Текст: непосредственный. https://e.lanbook.com/book/169166	ЭР*	30	100	ЭБС Лань
2	Петров, А. В. Моделирование процессов и систем: учебное пособие / А. В. Петров. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 288 с. – ЭБС "Лань". – ISBN 978-5-8114-1886-2: – Текст: непосредственный. Допущено УМО вузов по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки (бакалавриат) «Информатика и вычислительная техника». УДК 519.876.5(075.8) ББК 22.18я73. https://e.lanbook.com/book/168879	ЭР*	30	100	ЭБС Лань
3	Моделирование процессов и систем: учебник и практикум для вузов / ред. Е. В. Стельмашонок. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 289 с. – (Высшее образование). – ЭБС "Юрайт". – ISBN 978-5-534-04653-3: – Текст: непосредственный. https://urait.ru/bcode/451012	ЭР*	30	100	ЭБС Юрайт
4	Солнцев, Ю. П. Материаловедение: учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин; ред. Ю. П. Солнцев. – Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2020. – 783 с. – ЭБС "IPR BOOKS". – ISBN 078-5-93808-345-6 : ~Б. ц. – Текст : непосредственный. Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. http://www.iprbookshop.ru/97813.html	ЭР*	30	100	ЭБС IPR BOOKS
5	Сосулин, Ю. А. Моделирование процессов и систем: учебное пособие / Ю. А. Сосулин. – Рязань: РГРТУ, 2020. – 48 с. – ЭБС "Лань". – Текст: непосредственный. УДК 330.43. https://e.lanbook.com/book/168298	ЭР*	30	100	ЭБС Лань
6	Солнцев, Ю. П. Специальные материалы в машиностроении: учебник / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пирирайнен. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 664 с. – ЭБС Лань. – ISBN 978-5-8114-3921-8 : Б. ц. – Текст: непосредственный. https://e.lanbook.com/book/118630	ЭР*	30	100	ЭБС Лань
7	Материаловедение и технологии конструкционных материалов: учебник / О. А. Масанский, В. С. Казаков, А. М. Токмин [и др.]. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2019. – 336 с. – ЭБС "IPR BOOKS". – ЭБС "Лань". – ISBN 978-5-7638-4096-4: Б. ц. – Текст : непосредственный. http://www.iprbookshop.ru/99992.html https://e.lanbook.com/book/157550	ЭР*	30	100	ЭБС Лань

8	<p>Теоретические основы экспериментальных исследований: методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям по дисциплинам кафедры для обучающихся направлений подготовки 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов", 28.03.03 "Наноматериалы", 22.04.01 "Материаловедение и технологии материалов" всех форм обучения / ТИУ; сост. В. И. Плеханов. – Тюмень: ТИУ, 2019. – 18 с.: табл., рис. – Электронная библиотека ТИУ. – Текст: непосредственный.</p> <p>http://webirbis.tsogu.ru/cgi-bin/irbis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe?C21COM=2&I21DBN=READB_FULLTEXT&P21DBN=READB&Z21ID=1784121903514151816&Image_file_name=%5C2018%5C18%2D778%2Epdf&Image_file_mfn=258701&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=0&IMAGE_DOWNLOAD_TEXT=1#search=%22%22</p>	5+ЭР*	30	100	ПБД
9	<p>Моделирование композиционных материалов с заданными параметрами: методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям по дисциплинам кафедры для обучающихся направлений подготовки 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов", 28.03.03 "Наноматериалы", 22.04.01 "Материаловедение и технологии материалов" всех форм обучения / сост. В. И. Плеханов. – Тюмень: ТИУ, 2019. – 23 с.: табл. – Электронная библиотека ТИУ. – Текст: непосредственный.</p> <p>http://webirbis.tsogu.ru/cgi-bin/irbis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe?C21COM=2&I21DBN=READB_FULLTEXT&P21DBN=READB&Z21ID=1784121903514151816&Image_file_name=%5C2018%5C18%2D780%2Epdf&Image_file_mfn=258700&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=0&IMAGE_DOWNLOAD_TEXT=1#search=%22%22</p>	5+ЭР*	30	100	ПБД
10	<p>Линейная задача о назначении (задача выбора): методические указания к выполнению лабораторных работ и практическим занятиям по дисциплинам кафедры для обучающихся направлений подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», 28.03.03 «Наноматериалы», 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» всех форм обучения / ТИУ; сост. В. И. Плеханов. – Тюмень: ТИУ, 2019. – 24 с. – Электронная библиотека ТИУ. – Библиогр.: с. 23. – Текст: непосредственный.</p> <p>http://webirbis.tsogu.ru/cgi-bin/irbis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe?C21COM=2&I21DBN=READB_FULLTEXT&P21DBN=READB&Z21ID=1786191903514151311&Image_file_name=%5C2019%5C19%2D315%2Epdf&Image_file_mfn=261739&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=0&IMAGE_DOWNLOAD_TEXT=1#search=%22%22</p>	5+ЭР*	30	100	ПБД
11	<p>Прямые, косвенные и совместные измерения. Метод наименьших квадратов: методические указания к выполнению лабораторных работ и практическим занятиям по дисциплинам кафедры для обучающихся направлений подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», 28.03.03 «Наноматериалы», 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» всех форм обучения / ТИУ; сост. В. И. Плеханов. – Тюмень: ТИУ, 2019. – 24 с. – Электронная библиотека ТИУ. – Библиогр.: с. 23. – Б. ц. – Текст: непосредственный.</p> <p>http://webirbis.tsogu.ru/cgi-bin/irbis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe?C21COM=2&I21DBN=READB_FULLTEXT&P21DBN=READB&Z21ID=1786191903514151311&Image_file_name=%5C2019%5C19%2D316%2Epdf&Image_file_mfn=261740&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=0&IMAGE_DOWNLOAD_TEXT=1#search=%22%22</p>	5+ЭР*	30	100	ПБД

12	<p>Метод последовательного изменения координат. Симплекс-метод: методические указания к выполнению лабораторных работ и практическим занятиям по дисциплинам кафедры для обучающихся направлений подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», 28.03.03 «Наноматериалы», 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» всех форм обучения / ТИУ; сост. В. И. Плеханов. – Тюмень: ТИУ, 2019. – 16 с. – Электронная библиотека ТИУ. – Библиогр.: с. 15. – Текст: непосредственный.</p> <p>http://webirbis.tsogu.ru/cgi-bin/irbis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe?C21COM=2&I21DBN=READB_FULLTEXT&P21DBN=READB&Z21ID=1687151903514121812&Image_file_name=%5C2019%5C19%2D318%2Epdf&Image_file_mfn=261742&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=0&IMAGE_DOWNLOAD_TEXT=1#search=%22%22</p>	5+ЭР*	30	100	ПБД
13	<p>Выбор оптимального базисного решения симплекс-методом: методические указания к выполнению лабораторных работ и практическим занятиям по дисциплинам кафедры для обучающихся направлений подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», 28.03.03 «Наноматериалы», 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» всех форм обучения / ТИУ; сост. В. И. Плеханов. – Тюмень: ТИУ, 2019. – 16 с. – Электронная библиотека ТИУ. – Библиогр.: с. 15. – Текст: непосредственный.</p> <p>http://webirbis.tsogu.ru/cgi-bin/irbis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe?C21COM=2&I21DBN=READB_FULLTEXT&P21DBN=READB&Z21ID=1786191903514151311&Image_file_name=%5C2019%5C19%2D317%2Epdf&Image_file_mfn=261741&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=0&IMAGE_DOWNLOAD_TEXT=1#search=%22%22</p>	5+ЭР*	30	100	ПБД

Заведующий кафедрой МТКМ



И.М. Ковенский

«30» августа 2021 г.

Директор БИК



Д.Х. Каюкова

«__» _____

Солженикина Д.Х. Ситникова