

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра металлургии черных металлов

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
металлургии и
материаловедения

_____ А.А. Уманский

подпись

« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование и оптимизация технологических процессов

22.04.02 «Металлургия»
(направленность (профиль): «Металлургия»)

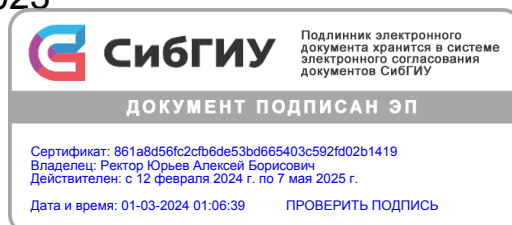
Квалификация выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 2 года

Год начала подготовки 2023

Новокузнецк
2023



1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- овладение обучающимися теорией и практикой моделирования технологических процессов, материалов; компьютерной оптимизацией, выбором критерия, составлением физических и математических моделей, нахождением параметров, приводящих к экстремуму.

Задачами учебной дисциплины являются:

- раскрыть научные основы моделирования технологических процессов и материалов;
- показать особенности построения моделей систем и их формализацию;
- ознакомить с принципами моделирования массового и серийного производства;
- рассмотреть статистические и численные методы оптимизации;
- изучить методы поиска экстремума функций одной и многих переменных;
- показать методы сравнительного анализа экспериментальных данных и теоретических результатов.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.04.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Методология научного познания;
- Разработка и реализация проектов 1;
- Компьютерные системы моделирования для решения технологических задач.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

- Экономический анализ и управление производством;
- Научно-исследовательская работа.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- **Общепрофессиональные компетенции**

Наименование	Код и	Код и	Планируемые
--------------	-------	-------	-------------

категории (группы) ОПК	наименование ОПК	наименование индикатора достижения ОПК	результаты обучения
Профессиональное совершенствование	ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	ОПК-4.1 Осуществляет самостоятельный поиск, анализ и отбор информации при проведении научных исследований	<ul style="list-style-type: none"> – знать: современные компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности. – уметь: привести методы математического моделирования и оптимизации к решению отраслевых задач. – владеть: навыками организации научно-исследовательских и научно-производственных работ.
		ОПК-4.2 Применяет правила поиска, отбора и использования информации в практической технической деятельности	<ul style="list-style-type: none"> – знать: методы решения однокритериальных и многокритериальных задач. – уметь: составить формальное описание изучаемого техно-логического процесса, материалы, конструкции, представить адекватную физическую модель, привести математическое описание, осуществить процесс оптимизации. – владеть: методами математического моделирования и оптимизации к решению отраслевых задач.
		ОПК-4.3 Применяет	– знать: методы

		правила преобразования информации, необходимые для её хранения	линейного и динамического программирования применительно к технологическим задачам. – уметь: составлять программы решений математических моделей и использовать существующую базу прикладных программ. – владеть: современными компьютерными технологиями для решения задач профессиональной деятельности.
--	--	--	--

– Универсальные компетенции

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Планируемые результаты обучения
Системное и критическое мышление	УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения проблемной ситуации на основе системного подхода, оценивает их преимущества и риски	– знать: методику составления модели описания технологического процесса. – уметь: проводить количественные исследования статистическими методами; провести экспериментальное подтверждение сделанных теоретических расчетов, используя классические критерии. – владеть: навыками составлять программы решений математических моделей и использовать существующую базу прикладных программ.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	2 семестр
Форма промежуточной аттестации			экзамен, зачет с оценкой по КР
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	144	144
	<i>зачетных единиц</i>	4	4
Лекции, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		16	16
в форме практической подготовки		0	0
Курсовая работа, <i>академ. час.</i>		36	36
в форме практической подготовки		0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		38	38
в форме практической подготовки		0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>		54	54
в форме практической подготовки		0	0

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Введение;

Тема 1.1 Предмет и методы курса. Основные понятия моделирования.;

Тема 1.2 Назначение и функции моделей. Особенности моделирования металлургических процессов.;

Тема 1.3 Классификация моделей. Структура процесса моделирования.

Применение моделей.;

Раздел 2 Моделирование на основе физических законов, подобия и аналогии.;

Раздел 3 Математико-статистические методы моделирования.;

Тема 3.1 Задачи статистического моделирования и его этапы. Регрессионный анализ при пассивном и активном факторном эксперименте.;

Тема 3.2 Полный и дробный факторный эксперимент, проведение эксперимента и обработка результатов.;

Раздел 4 Методы математической оптимизации.;

Тема 4.1 Общая постановка задач математической оптимизации. Безусловная оптимизация функции одной переменной. Многомерная безусловная оптимизация.;

Тема 4.2 Симплексные методы оптимизации. Последовательный симплекс-метод и симплекс-метод с автоматическим выбором шага. Метод градиента, Гауса-Зейделя и крутого восхождения. Оптимизация процессов описываемых линейными моделями.;

Раздел 5 Техническая диагностика и ее задачи. Распознавание образов при построении математико-статистических моделей технологических процессов. Построение кусочно-линейных статистических моделей металлургических объектов.

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
	<i>Отсутствуют</i>		
Итого:		0	0

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Предмет и методы курса. Основные понятия моделирования. Назначение и функции моделей. Особенности моделирования металлургических процессов. Классификация моделей. Структура процесса моделирования. Применение моделей.	2	
Раздел 2.	Моделирование на основе физических законов, подобия и аналогии.	4	
Раздел 3.	Задачи статистического	4	

	<p>моделирования и его этапы.</p> <p>Регрессионный анализ при пассивном и активном факторном эксперименте.</p> <p>Полный и дробный факторный эксперимент, проведение эксперимента и обработка результатов.</p>		
Раздел 4.	<p>Общая постановка задач математической оптимизации. Безусловная оптимизация функции одной переменной.</p> <p>Многомерная безусловная оптимизация.</p> <p>Симплексные методы оптимизации.</p> <p>Последовательный симплекс-метод и симплекс-метод с автоматическим выбором шага. Метод градиента, Гауса-Зейделя и крутого восхождения.</p> <p>Оптимизация процессов описываемых линейными моделями.</p>	4	
Раздел 5.	<p>Техническая диагностика и ее задачи. Распознавание образов при построении математико-статистических моделей технологических процессов. Построение кусочно-линейных статистических моделей металлургических объектов.</p>	2	
Итого:		16	0

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
	<i>Отсутствуют</i>		
Итого:		0	0

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1; Раздел 2; Раздел 3; Раздел 4; Раздел 5.	Разработка математической модели процесса по профилю подготовки	36	
Итого:		36	0

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	1. Подготовка к практическому занятию.	3	
Тема 1.1.	1. Подготовка к практическому занятию.	3	
Тема 1.2.	1. Подготовка к практическому занятию.	3	
Тема 1.3.	1. Подготовка к практическому занятию.	3	
Раздел 2.	1. Подготовка к практическому занятию.	3	
Раздел 3.	1. Подготовка к практическому занятию.	3	
Тема 3.1.	1. Подготовка к практическому занятию.	3	
Тема 3.2.	1. Подготовка к практическому занятию.	3	
Раздел 4.	1. Подготовка к практическому занятию.	3	
Тема 4.1.	1. Подготовка к практическому занятию.	3	
Тема 4.2.	1. Подготовка к практическому занятию.	3	
Раздел 5.	1. Подготовка к практическому занятию.	5	
<i>Курсовая работа</i>	<i>Выполнение курсовой работы</i>	36	0
<i>Контроль</i>	<i>Подготовка к экзамену</i>	54	
Итого:		128	0

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Рыбенко, И. А. Моделирование и оптимизация стационарных режимов металлургических процессов : монография / Сиб. гос. индустр. ун-т ; И. А. Рыбенко, С. П. Мочалов. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2015. – URL: <https://library.sibsiu.ru/LibrMonografSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=19&lngEdition=45&lngFile=41&strParent=LibrMonografSectionsEditionsFiles> (дата обращения: 06.04.2023);

2 Князев, С. В. Моделирование и оптимизация технологических процессов : учебное пособие [предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 22.03.02, 22.04.02 "Металлургия"] / С. В. Князев, А. А. Усольцев ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2016. – URL: <https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=70&lngEdition=3400&lngFile=3315&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles> (дата обращения: 06.04.2023);

3 Бочкарев, В. В. Оптимизация химико-технологических процессов : учебное пособие для вузов / В. В. Бочкарев. – Москва : Юрайт, 2020. – 263 с. – ISBN 978-5-534-00378-9. – URL: <https://urait.ru/bcode/451320> (дата обращения: 06.04.2023);

4 Абуталипова, А. Н. Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов и систем : учебное пособие / А. Н. Абуталипова, В. В. Хамматова, Л. А. Сафина. – Москва : КНИТУ, 2016. – 248 с. – ISBN 978-5-7882-2020-8. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788220208.html> (дата обращения: 06.04.2023).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: по подписке;

4 Национальная электронная библиотека (НЭБ) : информационная система / ФГБУ «РГБ». – Москва, [2015 –]. – URL: <http://rusneb.ru>. – Режим доступа: по подписке;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: <https://biblioclub.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: <http://www.biblioclub.ru>;

7 Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : [коллекции: «Дошкольная педагогика. Педагогика школы», «Педагогика. Образование»] // IPR SMART / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: <https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>;

9 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: <https://umczdt.ru/books/>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

10 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: <http://eivis.ru>. – Режим доступа: по подписке;

11 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: <http://libr.sibsiu.ru>. – URL: <https://libr.sibsiu.ru>.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office;
- Microsoft Windows.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том

числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию для выполнения курсовых работ;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 22.04.02 «Металлургия».

Составитель(и):

доцент Князев Сергей Валентинович (кафедра металлургии черных металлов).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Приложение

Аннотация

рабочей программы дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов»

по направлению подготовки (специальности)

22.04.02 «Металлургия»

(направленность (профиль): «Металлургия»)

форма обучения – Очная форма

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- овладение обучающимися теорией и практикой моделирования технологических процессов, материалов; компьютерной оптимизацией, выбором критерия, составлением физических и математических моделей, нахождением параметров, приводящих к экстремуму.

Задачами учебной дисциплины являются:

- раскрыть научные основы моделирования технологических процессов и материалов;
- показать особенности построения моделей систем и их формализацию;
- ознакомить с принципами моделирования массового и серийного производства;
- рассмотреть статистические и численные методы оптимизации;
- изучить методы поиска экстремума функций одной и многих переменных;
- показать методы сравнительного анализа экспериментальных данных и теоретических результатов.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.04.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Методология научного познания;
- Разработка и реализация проектов 1;
- Компьютерные системы моделирования для решения технологических задач.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

- Экономический анализ и управление производством;

– Научно-исследовательская работа.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– **Общепрофессиональные компетенции**

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Профессиональное совершенствование	ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	ОПК-4.1 Осуществляет самостоятельный поиск, анализ и отбор информации при проведении научных исследований	– знать: современные компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности. – уметь: привести методы математического моделирования и оптимизации к решению отраслевых задач. – владеть: навыками организации научно-исследовательских и научно-производственных работ.
		ОПК-4.2 Применяет правила поиска, отбора и использования информации в практической технической деятельности	– знать: методы решения однокритериальных и многокритериальных задач. – уметь: составить формальное описание изучаемого техно-логического процесса, материалы, конструкции, представить адекватную физическую модель, привести математическое описание,

			<p>осуществить процесс оптимизации.</p> <p>– владеть: методами математического моделирования и оптимизации к решению отраслевых задач.</p>
		<p>ОПК-4.3 Применяет правила преобразования информации, необходимые для её хранения</p>	<p>– знать: методы линейного и динамического программирования применительно к технологическим задачам.</p> <p>– уметь: составлять программы решений математических моделей и использовать существующую базу прикладных программ.</p> <p>– владеть: современными компьютерными технологиями для решения задач профессиональной деятельности.</p>

– Универсальные компетенции

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Планируемые результаты обучения
Системное и критическое мышление	УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения проблемной ситуации на основе системного подхода, оценивает их преимущества и риски	<p>– знать: методику составления модели описания технологического процесса.</p> <p>– уметь: проводить количественные исследования статистическими методами; провести экспериментальное подтверждение сделанных теоретических расчетов, используя классические критерии</p>

			– владеть: навыками составлять программы решений математических моделей и использовать существующую базу прикладных программ.
--	--	--	---

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	2 семестр
Форма промежуточной аттестации			экзамен, зачет с оценкой по КР
Трудоёмкость	академ. час.	144	144
	зачетных единиц	4	4
Лекции, академ. час.		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Лабораторные работы, академ. час.		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Практические занятия, академ. час.		16	16
в форме практической подготовки		0	0
Курсовая работа, академ. час.		36	36
в форме практической подготовки		0	0
Консультации, академ. час.		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Самостоятельная работа, академ. час.		38	38
в форме практической подготовки		0	0
Контроль, академ. час.		54	54
в форме практической подготовки		0	0

5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Введение;

Тема 1.1 Предмет и методы курса. Основные понятия моделирования.;

Тема 1.2 Назначение и функции моделей. Особенности моделирования металлургических процессов.;

Тема 1.3 Классификация моделей. Структура процесса моделирования.

Применение моделей.;

Раздел 2 Моделирование на основе физических законов, подобия и аналогии.;

Раздел 3 Математико-статистические методы моделирования.;

Тема 3.1 Задачи статистического моделирования и его этапы. Регрессионный анализ при пассивном и активном факторном эксперименте.;

Тема 3.2 Полный и дробный факторный эксперимент, проведение эксперимента и обработка результатов.;

Раздел 4 Методы математической оптимизации.;

Тема 4.1 Общая постановка задач математической оптимизации. Безусловная оптимизация функции одной переменной. Многомерная безусловная оптимизация.;

Тема 4.2 Симплексные методы оптимизации. Последовательный симплекс-метод и симплекс-метод с автоматическим выбором шага. Метод градиента, Гауса-Зейделя и крутого восхождения. Оптимизация процессов описываемых линейными моделями.;

Раздел 5 Техническая диагностика и ее задачи. Распознавание образов при построении математико-статистических моделей технологических процессов. Построение кусочно-линейных статистических моделей металлургических объектов.

6 Составитель(и):

доцент Князев Сергей Валентинович (кафедра металлургии черных металлов).