Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра металлургии черных металлов и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование и оптимизация технологических процессов

13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
(направленность (профиль): «Промышленная теплоэнергетика»)

Квалификация выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 2 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: b74f1896a8e5f6d1b42349567b351e7a7b0d4c48
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 8 июля 2025 г. по 1 октября 2026 г.
Дата и время: 27-03-2026 11:26:56 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

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) 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

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 и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Экономический анализ и управление производством;
– Разработка и реализация проектов 2;
– Экспертиза экологической безопасности;
– Экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду;
– Современные проблемы теплоэнергетики и теплотехники;
– 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
Исследование	ОПК-2: Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1 Применяет необходимый метод исследования для решения поставленной задачи	– знать: методы решения однокритериальных и многокритериальных задач. – уметь: составить формальное описание изучаемого технологического процесса, материалы, конструкции, представить адекватную физическую модель, привести математическое описание, осуществить процесс оптимизации.

– 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, вырабатывать стратегию действий	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения проблемной ситуации на основе системного подхода, оценивает их преимущества и риски	– знать: методику составления моде-ли описания технологического процесса. – уметь: проводить количественные исследования статистическими методами; провести экспериментальное подтверждение сделанных теоретических расчетов, используя классические критерии.
Командная работа и лидерство	УК-3: Способен организовывать и руководить работой	УК-3.1 Понимает эффективность использования стратегии	– знать: стратегии сотрудничества в команде для достижения

	команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	сотрудничества для достижения поставленной цели, определяет роль каждого участника в команде	поставленной цели . – уметь: использовать стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели, определять роль каждого участника в команде.
		УК-3.3 Устанавливает разные виды коммуникации (устную, письменную, вербальную, невербальную, реальную, виртуальную, межличностную и др.) для руководства командой и достижения поставленной цели	– знать: разные виды коммуникации (устную, письменную, вербальную, невербальную, реальную, виртуальную, межличностную и др.) для достижения поставленной цели. – уметь: устанавливать разные виды коммуникации для руководства командой и достижения поставленной цели.

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 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	*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.*	***56***	*56*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*	***36***	*36*
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, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		

Итого:	**0**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		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.	3	
Раздел 2.	Моделирование на основе физических законов, подобия и аналогии.	3	
Раздел 3.	Задачи статистического моделирования и его этапы. Регрессионный анализ при пассивном и активном факторном эксперименте. Полный и дробный факторный эксперимент, проведение эксперимента и обработка результатов.	3	
Раздел 4.	Общая постановка задач математической оптимизации. Безусловная оптимизация функции одной переменной. Многомерная безусловная оптимизация. 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.	4	

Раздел 5.	Техническая диагностика и ее задачи. Распознавание образов при построении математико-статистических моделей технологических процессов. Построение кусочно-линейных статистических моделей металлургических объектов.	3	
Итого:		**16**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

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

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

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

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Подготовка к практическому занятию.	11	
Раздел 2.	1. Подготовка к практическому занятию.	11	
Раздел 3.	1. Подготовка к практическому занятию.	11	
Раздел 4.	1. Подготовка к практическому занятию.	12	
Раздел 5.	1. Подготовка к практическому занятию.	11	
Курсовая работа	*Выполнение курсовой*	36	0

	работы		
Контроль	*Подготовка к экзамену*	36	
Итого:		**128**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-2; УК-1; УК-3	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценивание этапов выполнения курсовой работы
Раздел 2.	ОПК-2; УК-1; УК-3	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценивание этапов выполнения курсовой работы
Раздел 3.	ОПК-2; УК-1; УК-3	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценивание этапов выполнения курсовой работы
Раздел 4.	ОПК-2; УК-1; УК-3	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценивание этапов выполнения курсовой работы
Раздел 5.	ОПК-2; УК-1; УК-3	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценивание этапов выполнения курсовой работы
Курсовая работа.	ОПК-2; УК-1; УК-3	1. Вопросы к защите курсовой работы
Экзамен.	ОПК-2; УК-1; УК-3	1. Вопросы к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля−определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 10 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются 10 вопросов из перечня тестовых заданий для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся.Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; наблюдение за работой на практическом занятии; оценивание этапов выполнения курсовой работы.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию этапов выполнения курсовой работы

Курсовая работа – конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве, а также уровень сформированности аналитических, исследовательских умений, умений практического и творческого мышления.

Оценивание этапов выполнения курсовой работы проводится в рамках текущей аттестации (три раза в семестр) в соответствии с графиком выполнения курсовой работы по учебной дисциплине. Результаты аттестации обучающихся по выполнению ими курсовой работы оцениваются руководителями в процентах от общего объема выполненной работы. Сроки выполнения курсовой работы устанавливаются кафедрой в графике выполнения курсовой работы. График выполнения курсовой работы выдается старостам групп в начале каждого семестра.

Критерии оценки % выполнения курсовой работы

Этап работы	% выполнения	Форма отчетности
Описание объекта	30	Рабочие материалы КР

исследований		
Обоснование и разработка модели объекта исследований	60	Рабочие материалы КР
Написание заключения и оформление КР	100	Оформленная КР

Критерии оценки курсовой работы

Критерии оценки выполнения курсовой работы	Оценка
Задание выполнено полностью: цель достигнута; основные понятия выделены; имеются в наличии схемы, графическое выделение особо значимой информации; все выводы и рекомендации обоснованы, работа тщательно вычитана, отсутствуют грамматические и стилистические ошибки, работа выполнена в полном объёме; процент выполнения задания соответствует плановому.	отлично
Задание выполнено: цель выполнения достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме, имеются единичные опечатки, орфографические, пунктуационные, грамматические, стилистические ошибки; график выполнения задания нарушен на 10 – 20 %.	хорошо
Задание выполнено частично: цель выполнения достигнута не полностью; многочисленные ошибки снижают качество выполненной работы; работа представлена с отклонением от запланированного срока на 50 %.	удовлетворительно
Задание не выполнено, цель работы не достигнута.	неудовлетворительно

12.2.2 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качестваихобучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.3 Рекомендации по оцениванию ответов на вопросы в процессе собеседования при защите отчета о практической работе

Подготовку к защите отчета о практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о практической работе представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о практической работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: курсовая работа; экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к защите курсовой работы; вопросы к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на защите курсовой работы

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если выполнены все требования к выполнению и защите курсовой работы: соблюдены требования к внешнему оформлению, последовательно изложен материал; при защите обучающийся демонстрирует умения применять теоретические знания основной и дополнительной литературы, может показать и объяснить применение технологических решений, использованных в курсовой работе; даны правильные ответы на вопросы, заданные в процессе защиты курсовой работы.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если основные требования к выполнению и защите курсовой работы

Оценка	Требования к знаниям
	выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в решениях, имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите курсовой работы даны неполные ответы.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если имеются существенные отступления от требований к выполнению и защите курсовой работы. В частности: задача решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании и оформлении; при ответе на дополнительные вопросы на защите курсовой работы обучающийся показывает знания только основного материала, испытывает затруднения при объяснении выбранных решений.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если задача решена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании и при оформлении или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты курсовой работы обучающийся обнаруживает существенное непонимание проблемы.

Если допущены существенные недостатки в оформлении курсовой работы, опущен или не написан какой-либо раздел, имеются отступления от задания на курсовую работу, то такая курсовая работа возвращается обучающемуся на доработку.

13.3 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного

Оценка	Требования к знаниям
	материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Рыбенко, И. А. Моделирование и оптимизация стационарных режимов металлургических процессов : монография / И. А. Рыбенко, С. П. Мочалов ; Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2015. – 171 с. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrMonografSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=19&lngEdition=45&lngFile=41&strParent=LibrMonografSectionsEditionsFiles (дата обращения: 20.03.2026);

2 Князев, С. В. Моделирование и оптимизация технологических процессов : учебное пособие / С. В. Князев, А. А. Усольцев ; Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2016. – 114 с. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=70&lngEdition=3400&lngFile=3315&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles (дата обращения: 20.03.2026);

3 Бочкарев, В. В. Оптимизация химико-технологических процессов : учебное пособие для вузов / В. В. Бочкарев. — Москва : Юрайт, 2024. — 263 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00378-9. – URL: https://urait.ru/bcode/537229 (дата обращения: 20.03.2026);

4 Андросова, Г. М. Моделирование и оптимизация процессов : учебное пособие / Г. М. Андросова, Е. В. Косова. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017. – 107 с. – ISBN 978-5-8149-2443-8. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493254 (дата обращения: 20.03.2026).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

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

2 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;

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

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

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

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

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

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.

15 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) 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Составитель(и):

доцент Князев Сергей Валентинович (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Начальник сталеплавильного отдела Управления по технологии производства рельсового проката Технической дирекции по производству железнодорожного проката АО «ЕВРАЗ ЗСМК», к.т.н. Д.В. Бойков

Приложение

В целях эффективной оценки результатов обучения (компетенций и/или индикаторов достижения компетенций) приложение к рабочей программе дисциплины включает:

– тестовые задания, вопросы для устного обсуждения (опроса), вопросы к экзамену и т.д. – не менее 20 заданий (в зависимости от трудоемкости учебной дисциплины и количества индикаторов достижения компетенции);

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

1.Веществами, между которыми возможно протекание химической реакции в водном растворе, являются

- Na_2O и Al_2O_3
- K_2CO_3 и $HCl)$
- K_2O и MgO
- K_2SO_4и HBr

2.Выделение газообразного продукта наблюдается при взаимодействии…

- $CaCO_3 + H_2SO_{4(р-р)}$
- $FeS + HCl_{(р-р)}$
- $NaNO_3 + H_2SO_{4(р-р)}$
- $KBr + HCl_{(р-р)}$

3.Наименьшей растворимостью обладает гидроксид двухвалентного металла, значение произведения растворимости которого …

- $2{,}2*10^{-20}$
- $2{,}2*10^{-218}$
- $2{,}2*10^{-16}$
- $2{,}2*10^{-14}$

4.Число нейтронов совпадает с числом протонов в ядрах атомов изотопов…

- ${}^{14}_{7}N$ и ${}^{40}_{20}Ca$
- ${}^{31}_{15}P$ и${}^{39}_{19}K$
- ${}^{16}_{8}O$ и ${}^{23}_{11}Na$
- ${}^{12}_{6}C$ и ${}^{19}_{9}F$

5. Для увеличения выхода продуктов реакции в равновесной системе $SO_{2(г)} + NO_{2(г)} \leftrightarrow SO_{3(г)} + NO_{(г)}$; $\Delta_r H^0 < 0$необходимо…
   - Увеличить концентрацию оксида серы (IV)
   - Увеличить концентрацию оксида серы (VI)
   - Повысить температуру
   - Повысить давление

6. Влияние изменений, которые происходят в равновесной химической системе под влиянием внешних воздействий, определяется
   -Принципом ЛеШателье
   -Принципом квазистационарности
   -Правилом Вант-Гоффа
   -Правилом фаз Гиббса

7. Как записывается закон действующих масс для гомогенной газовой реакции

$$CH_{4(г)} + 2O_{2(г)} = CO_{2(г)} + 2H_2O_{(г)};$$

$$K^0(T) = \frac{P_{CH4} \cdot P_{O_2}^2}{P_{CO_2} \cdot P_{H_2O}^2}$$

$$K^0(T) = \frac{P_{CO_2} \cdot P_{H_2O}^2}{P_{CH_4} \cdot P_{O_2}^2}$$

$$K^0(T) = \frac{P_{CO_2} \cdot P_{H_2O}}{P_{CH_4} \cdot P_{O_2}}$$

$$K^0(T) = \frac{P_{CO_2}}{P_{CH_4} \cdot P_{O_2}^2}$$

8. Уравнения реакций, в которых при изменении давления не происходит смещения равновесия, имеют вид …

$SO_{2(г)} + NO_{2(г)} \leftrightarrow SO_{3(г)} + NO_{(г)}$

$Fe_2O_{3(т)} + 3CO_{(г)} \leftrightarrow 2Fe_{(т)} + 3CO_{2(г)}$

$4S_{(т)} + CH_{4(г)} \leftrightarrow CS_{2(г)} + 2H_2S_{(г)}$

$C_{(графит)} + 2H_2O_{(г)} \leftrightarrow 2H_{2(г)} + CO_{2(г)}$

9. Если температурный коэффициент химической реакции равен 2, то при повышении температуры от 20°С до 50°С скорость реакции
   - а) увеличивается в 6 раз
   - б) уменьшается в 4 раза
   - в) уменьшается в 2 раза
   - г) увеличивается в 8 раз

10. выражение кинетического закона действующих масс для скорости прямой гомогенной реакции $\nu_1 A + \nu_2 B = \nu_3 C$ имеет вид…

$$\vartheta = \kappa \cdot C_A^{n_1} C_B^{n_2}$$

$$\vartheta = \kappa \cdot C_A C_B$$

$$\vartheta = \kappa \cdot C_C^{n_3}$$

$$\vartheta = \kappa \frac{C_A^{n_1} \cdot C_B^{n_2}}{C_C^{n_3}}$$

11. Какие реакции называются гомогенными?
   - между веществами, находящимися в одной фазе
   - Реакции, протекающие на поверхности раздела фаз
   - Продукты реакции и исходные вещества находятся в одной фазе
   - Продукты реакции и исходные вещества находятся в разных фазах

12. Для увеличения скорости прямой реакции $2SO_2(г)+O_2(г)\rightarrow 2SO_3(г)$ в 9 раз необходимо концентрацию SO_2 увеличить в _____раз(а)
   - 18
   - 4,5
   - 3
   - 9

13. Порядком химической реакции называется
   - Последовательность элементарных стадий химической реакции
   - Последовательность заполнения химического реактора реагентами
   - Сумма показателей степеней при концентрациях реагентов в кинетическом уравнении реакции

14. Согласно второго закона термодинамики в изолированных системах самопроизвольно протекают процессы, для которых справедливо выражение
- $\Delta S > 0,$
- $\Delta S < 0$
- $,\Delta G > 0,$
- $\Delta H = 0$

15. Если энтальпия образования SO_2 равна (-297 кДж/моль), то количество теплоты, выделяемое при сгорании 16 г серы, равно ___кДж
- 148,5
- 297,0
- 74.25
- 594

16. Количественное соотношение между изменением внутренней энергии, теплотой и работой устанавливает _____ закон термодинамики

Второй
нулевой
первый
третий

17. После растворения вещества в растворителе при температуре 20°С давление насыщенного пара растворителя над раствором…

Повышается
повышается до критического значения, затем понижается
не изменяется
понижается

18. К 250 г раствора, содержащего 25 г сульфата калия, добавили 250 см^3 дистиллированной воды. Массовая доля растворенного вещества в растворе…
- Осталась неизменной
- увеличилась в 2 раза
- уменьшилась в 2 раза
- уменьшилась в 2,1 раза

19. Концентрация раствора глюкозы, кипящего при 100,78°С$\left[E_{H_2O} = 0{,}52\ \frac{\text{град} \cdot \text{кг}}{\text{моль}}\right]$ равна _____ моль/кг
- 0,5
- 0,3
- 1,0
- 1,5

20. Давление насыщенного пара железа над раствором Fe-Si меньше, чем над раствором Fe-Cu. В каком из растворов активность железа больше?
- Fe-Si
- Fe-Cu
- активность железа в обоих растворах одинакова

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Перечень вопросов по разделу 1,2,3,4 и 5:

1 Роль моделирования в инженерном деле.
2 Понятие моделирования и модели.
3 Назначение и функции модели.
4 Классификация математических моделей по признакам.

5 Основные этапы процесса моделирования.
6 Разновидности моделей.
7 Понятие моделей на основе физических законов, подобия и аналогии.
8 Основы теории подобия.
9 Дополнительные положения о подобии сложных систем.
10 Моделирование САР на АВМ.
11 Системный подход к моделированию металлургических процессов.
12 Математическая модель движения жидкости (газа).
13 Математическая модель тепло- и массопереноса.
14 Модель химических реакций.
15 Модели физико-химических процессов в потоке.
16 Этапы построения детерминированной модели.
17 Задачи статистического моделирования.
18 Этапы построения статистической модели.
19 Основные характеристики случайных величин.
20 Выбор факторов и параметров для построения статистической модели.
21 Задача регрессионного анализа.
22 Постановка и характеристики спланированного активного эксперимента.
23 Постановка полного факторного эксперимента (ПФЭ) типа 2^k.
24 Дробный факторный эксперимент, дробные реплики и число опытов.
25 Обработка результатов эксперимента (проверка адекватности модели, проверка значимости коэффициентов регрессии, интерпретация результатов, снижение влияния квадратичных эффектов).

Примерный перечень задач:

Задача 1. Математическая постановка задачи аппроксимации. Известна таблица значений функции одной переменной $y = y(x)$ в 9точках. Записать математическую постановку задачи аппроксимации заданной зависимости из условия совпадения значений исходной и аппроксимирующей функций в 1 -й, 4-й и 8-й точках.

Задача 2. В заводской лаборатории создается антифрикционный сплав (оловянистый баббит), который должен содержать: олова - не меньше 15%, сурьмы - не меньше 15%, свинца - около 70%. Есть четыре сплава, процентный состав и цены на которые приведенные в таблице:

Элементы	Сплав			
Олово	12	20	12	20
Сурьма	12	18	18	14
Свинец	76	62	70	66
Цена за 1 кг	350	520	400	460

Рассчитать количество элементов для сплава каждого вида, необходимое для 1 кг смеси, которая бы обеспечила минимальные затраты.

2 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

3 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов:

1. Предмет и методы курса. Основные понятия моделирования.
2. Назначение и функции моделей.
3. Особенности моделирования металлургических процессов.
4. Классификация моделей.
5. Структура процесса моделирования.
6. Применение моделей.
7. Моделирование на основе физических законов, подобия и аналогии.
8. Математико-статистические методы моделирования.
9. Задачи статистического моделирования и его этапы.
10. Регрессионный анализ при пассивном и активном факторном эксперименте.
11. Полный и дробный факторный эксперимент, проведение эксперимента и обработка результатов.
12. Методы математической оптимизации.
13. Общая постановка задач математической оптимизации.
14. Безусловная оптимизация функции одной переменной.
15. Многомерная безусловная оптимизация.
16. Симплексные методы оптимизации.
17. Последовательный симплекс-метод.
18. Симплекс-метод с автоматическим выбором шага.
19. Метод градиента.
20. Метод Гауса-Зейделя.
21. Метод крутого восхождения.
22. Оптимизация процессов описываемых линейными моделями.
23. Техническая диагностика и ее задачи.
24. Распознавание образов при построении математико-статистических моделей технологических процессов.
25. Построение кусочно-линейных статистических моделей металлургических объектов.

4 Выполнение курсовой работы

В рамках учебной дисциплины предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, результатом выполнения которой является оформленная в соответствии с требованиями пояснительная записка курсовой работы по заданной теме.

Примерный перечень тем курсовых работ представлен в рабочей программе дисциплины. Задание и методические указания к выполнению курсовой работы размещены в СУО СибГИУ.

Перед выдачей темы курсовой работы обучающийся знакомится с графиком его выполнения и критериями оценки. Выполненная пояснительная записка курсовой работы загружается обучающимся в СУО СибГИУ.

5 Вопросы к защите курсовой работы

1Особенности моделирования технологических процессов производства чугуна и стали, ОМД на основе детерминированных моделей.

2 Особенности моделирования технологических процессов непрерывной разливки и литейного производства на основе детерминированных моделей.

3 Математические модели основных физико-химических процессов металлургии. Физико-химические модели в потоке.

3 Основы теории подобия. Теоремы подобия. Дополнительные положения о подобии сложных систем.
4 Моделирование на АВМ как пример подобия. Моделирование САР на АВМ.
5 Построение детерминированных моделей металлургического производства.
6 Выбор факторов и параметров для построения статистических моделей. Постановка полного и дробного факторного эксперимента.
7 Условная оптимизация процессов описываемых линейными моделями. Решение задач расчета оптимальных шихт симплекс-методом линейного программирования на ЭВМ.
8 Математико-статистическая модель управления качеством готовой продукции на базе теории распознавания образов.
9 Кусочно-линейная аппроксимация статистических моделей.
10. Регрессионный анализ при пассивном и активном факторном эксперименте.
11. Полный и дробный факторный эксперимент, проведение эксперимента и обработка результатов.
12.Методы математической оптимизации.
13.Общая постановка задач математической оптимизации.
14.Безусловная оптимизация функции одной переменной.
15. Многомерная безусловная оптимизация.
16.Симплексные методы оптимизации.
17.Последовательный симплекс-метод.
18 Симплекс-метод с автоматическим выбором шага.
19Метод градиента.
20.Метод Гауса-Зейделя.
21.Метод крутого восхождения.
22Оптимизация процессов описываемых линейными моделями.
23Техническая диагностика и ее задачи.
24Распознавание образов при построении математико-статистических моделей технологических процессов.
25Построение кусочно-линейных статистических моделей металлургических объектов.