

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства
Кафедра металлургических технологий



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по
учебной работе

Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование и оптимизация процессов в металлургии
(наименование дисциплины)

22.04.02 Металлургия
(код, наименование направления)

Металлургия черных металлов
(магистерская программа)

Квалификация магистр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная
(очная/заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины. дисциплины является подготовка будущего магистра к решению научно-исследовательских и инженерных задач в ходе его профессиональной деятельности.

Задачи изучения дисциплины: формирование у студентов навыков для:

- моделирования процессов и объектов;
- математического и программного обеспечения металлургических технологий;
- создания математических и физических моделей.

Дисциплина нацелена на формирование профессиональной (ПК-5) компетенции выпускника.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в элективную часть БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», подготовки магистров по направлению подготовки 22.04.02 Metallurgy, магистерская программа «Metallurgy of black metals».

Дисциплина реализуется кафедрой металлургических технологий.

Входные знания студента базируются на изученных дисциплинах: «Моделирование и оптимизация технологических процессов», «Прикладные методы математической статистики», «Технологические особенности внепечной обработки металлических расплавов», «Безотходные технологии в металлургии», «Рециклинг промышленных отходов при производстве черных металлов»

Дисциплина является основой для выполнения НИР и ВКР.

Общая трудоемкость освоения дисциплины для очной формы обучения составляет 3 зачетные единицы, 108 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (9 ак.ч.), практические (27 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (72 ак.ч.).

Общая трудоемкость освоения дисциплины для заочной формы обучения составляет 3 зачетные единицы, 108 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (6 ак.ч.), практические (6 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (96 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре. Форма промежуточной аттестации – зачет.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Моделирование и оптимизация процессов в металлургии» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции по ОПОП ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции		
Способен применять знания в области моделирования и информационных технологий для решения задач производства черных металлов	ПК-5	ПК-5.1. Знает современные технологии и программные продукты; специализированные программные продукты; основы информационных технологий; методику проведения презентаций ПК-5.2. Умеет использовать программные продукты для решения технических задач ПК-5.3. Владеет навыками анализа свойств металлов и сплавов с применением специализированных программных продуктов

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётные единицы, 108 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к лабораторным и практическим занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		3
Аудиторная работа, в том числе:	36	36
Лекции (Л)	9	9
Практические занятия (ПЗ)	27	27
Лабораторные работы (ЛР)	–	–
Курсовая работа/курсовой проект	–	–
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	2	2
Подготовка к лабораторным работам	–	–
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	26	26
Расчетно-графическая работа (РГР)	–	–
Реферат (индивидуальное задание)	–	–
Домашнее задание	–	–
Подготовка к контрольной работе	–	–
Подготовка к коллоквиумам	6	6
Аналитический информационный поиск	8	8
Работа в библиотеке	18	18
Подготовка к зачету	12	12
Промежуточная аттестация – зачет (3)	3 (2)	3 (2)
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	108	108
з.е.	3	3

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3 дисциплина разбита на 5 тем:

- тема 1. (Системный анализ);
- тема 2. (Модели и основные подходы к их созданию);
- тема 3. (Моделирование химических реакций);
- тема 4. (Моделирование металлургических процессов);
- тема 5. (Оптимизация металлургических процессов).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных работ	Трудоемкость в ак.ч.
1	Системный анализ	Задачи системного анализа, его основные этапы.	1	Определение системы. Системные свойства. Внешние связи системы. Оператор перехода. Классификация систем	4	–	–
2	Модели и основные подходы к их созданию	Определение модели, объекта и масштаба моделирования. Цели и особенности создания моделей.	2	Идентификация и алгоритм создания моделей. Эмпирический и структурный подход к составлению моделей.	6	–	–
3	Моделирование химических реакций	Моделирование стехиометрии системы, равновесия системы сложных химических реакций, кинетики химических реакций.	2	Интегрирование дифференциальных уравнений кинетики химических реакций. Численное решение системы дифференциальных уравнений кинетики для системы химических реакций.	6	–	–
4	Моделирование металлургических процессов	Моделирование массопереноса и тепловых процессов в аппаратах.	2	Изотермические, адиабатические процессы и процессы с частичным теплообменом.	6	–	–
5	Оптимизация металлургических процессов	Оптимизационная задача. Критерии оптимальности. Частные критерии и способы построения обобщенных критериев оптимальности. Оптимизирующие факторы.	2	Выбор оптимизирующих факторов при решении задач оптимизации в металлургии.	5	–	–
	всего	–	9	–	27	–	–

Таблица 4– Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных работ	Трудоемкость в ак.ч.
3	Моделирование химических реакций	Моделирование стехиометрии системы, равновесия системы сложных химических реакций, кинетики химических реакций.	2	Численное решение системы дифференциальных уравнений кинетики для системы химических реакций.	2	—	—
4	Моделирование металлургических процессов	Моделирование массопереноса и тепловых процессов в аппаратах.	2	Изотермические, адиабатические процессы и процессы с частичным теплообменом.	2	—	—
5	Оптимизация металлургических процессов	Оптимизационная задача. Критерии оптимальности. Частные критерии и способы построения обобщенных критериев оптимальности. Оптимизирующие факторы.	2	Выбор оптимизирующих факторов при решении задач оптимизации в металлургии.	2	—	—
	всего	—	6	—	6	—	—

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-5	зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- практические занятия – всего 50 баллов;
- коллоквиумы (два) – всего 50 баллов.

Зачет проставляется автоматически, если студент набрал по текущей работе не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60 % от максимального.

Зачет по дисциплине проводится в форме устного опроса по вопросам, представленным ниже (п.п. 6.5). Билет включает 4 вопроса из приводимого ниже перечня. Билеты на зачет составляются таким образом, чтобы каждый вопрос относился к различному модулю. Ответ на каждый вопрос оценивается из 25 баллов. Студент на экзамене может набрать до 100 баллов.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашнее задание

Домашнее задание не предусмотрено

6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание

Не предусмотрено.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1. Системный анализ

- 1) Назовите задачи системного анализа и его основные этапы.
- 2) Дайте определение системы.
- 3) Какие системы относятся к техническим?
- 4) Дайте характеристику масштабу технологических систем.
- 5) Дайте характеристику целостности и членимости как системным свойствам.
- 6) Назовите типы связей системы и их характеристики.
- 7) Охарактеризуйте типовые структуры связей.
- 8) Приведите пример системы из области черной металлургии.
- 9) Охарактеризуйте внешние связи системы. Охарактеризуйте особенности вектора фиксированных входных характеристик. Примеры фиксированных входных характеристик в процессах производства чугуна и стали.
- 10) Охарактеризуйте особенности вектора управляющих воздействий.
- 11) Приведите примеры управляющих воздействий из технологии производства чугуна и стали.
- 12) Охарактеризуйте возмущения системы.
- 13) Приведите примеры действия возмущений на процесс.
- 14) Охарактеризуйте зависимость выходных характеристик системы от ее входов.
- 15) Охарактеризуйте способы задания оператора перехода.
- 16) Охарактеризуйте связь оператора перехода и модели.
- 17) Дайте общую классификация систем.
- 18) Охарактеризуйте динамические и статические системы и их отличия.
- 19) Охарактеризуйте детерминированные и стохастические системы и их отличия.
- 20) Охарактеризуйте непрерывные и дискретные системы и их отличия.

Тема 2. Модели и основные подходы к их созданию.

- 1) Дайте понятие объекта моделирования.
- 2) Охарактеризуйте масштабы объектов моделирования.
- 3) Назовите цели создания моделей.

- 4) Охарактеризуйте роль субъекта моделирования в процессе создания модели.
- 5) Охарактеризуйте модели-объекты и модели-схемы.
- 6) Назовите способы описания объектов при составлении моделей-схем.
- 7) Охарактеризуйте существенные стороны объекта моделирования применительно к процессам производства чугуна и стали.
- 8) Что включать в модель?
- 9) Назовите основные требования к модели.
- 10) Охарактеризуйте экономичность и адекватность модели.
- 11) В чем суть идентификации модели?
- 12) Охарактеризуйте критерий качества модели.
- 13) Охарактеризуйте алгоритм создания модели.
- 14) Охарактеризуйте аналитические, экспериментальные, имитационные методы.
- 15) В чем состоит эмпирический подход при составлении моделей процессов и объектов в металлургии, его преимущества и недостатки?
- 16) Охарактеризуйте структурный подход к составлению моделей процессов и объектов в металлургии, его преимущества и недостатки.

Тема 3. Моделирование химических реакций.

- 1) Назовите уровни описания объекта при использовании структурного подхода.
- 2) Охарактеризуйте задачи, решаемые на молекулярном уровне описания.
- 3) Охарактеризуйте моделирование стехиометрии системы сложных химических реакций.
- 4) Охарактеризуйте метод направленных графов.
- 5) Охарактеризуйте моделирование равновесия системы сложных химических реакций.
- 6) Охарактеризуйте моделирование кинетики химических реакций.
- 7) Дайте понятие скорости химической реакции.
- 8) Охарактеризуйте гомогенные и гетерогенные химические реакции.
- 9) Приведите пример модели кинетики системы химических реакций.
- 10) Охарактеризуйте суть интегрирования дифференциальных уравнений кинетики химических реакций.
- 11) Приведите примеры реакций первого порядка.
- 12) Охарактеризуйте численное решение системы дифференциальных уравнений кинетики для системы химических реакций.
- 13) Охарактеризуйте химические реакции в потоке вещества.
- 14) Охарактеризуйте модель идеального вытеснения.

15) Охарактеризуйте химическую реакцию первого порядка разложения вещества в аппарате идеального вытеснения.

16) Охарактеризуйте модель идеального перемешивания. Охарактеризуйте химическую реакцию первого порядка разложения вещества в аппарате идеального перемешивания.

Тема 4. Моделирование металлургических процессов.

1) Сравните эффективность аппаратов идеального вытеснения и идеального перемешивания.

2) Охарактеризуйте ячеечную модель потока.

3) Назовите особенности моделирования массопереноса.

4) Охарактеризуйте кинетический и диффузионный режим в гетерогенных реакциях.

5) Охарактеризуйте моделирование тепловых процессов в аппаратах.

6) Охарактеризуйте сущность изотермических и адиабатических процессов.

7) Охарактеризуйте сущность процессов с частичным теплообменом.

8) Охарактеризуйте аппарат идеального вытеснения с частичным теплообменом.

9) Охарактеризуйте модель реакции первого порядка в аппарате идеального вытеснения.

10) Охарактеризуйте аппарат идеального перемешивания с частичным теплообменом. Охарактеризуйте модель реакции первого порядка в аппарате идеального перемешивания с частичным теплообменом.

Тема 5. Оптимизация металлургических процессов.

1) Охарактеризуйте содержание этапа формализации при постановке и решении оптимизационной задачи. Участие металлурга на этом этапе.

2) Охарактеризуйте критерии оптимальности.

3) Охарактеризуйте частные критерии и способы построения обобщенных критериев оптимальности.

4) Приведите примеры критериев оптимизации.

5) Назовите основные оптимизирующие факторы.

6) Охарактеризуйте выбор оптимизирующих факторов при решении задач оптимизации в металлургии.

7) Что такое целевая функция?

8) Охарактеризуйте роль математической модели при решении оптимизационных задач.

6.5 Вопросы и задания для подготовки к коллоквиумам и зачету

1) Назовите задачи системного анализа и его основные этапы.

2) Дайте определение системы.

- 3) Какие системы относятся к техническим?
- 4) Дайте характеристику масштабу технологических систем.
- 5) Дайте характеристику целостности и членимости как системным свойствам.
- 6) Назовите типы связей системы и их характеристики.
- 7) Охарактеризуйте типовые структуры связей.
- 8) Приведите пример системы из области черной металлургии.
- 9) Охарактеризуйте внешние связи системы. Охарактеризуйте особенности вектора фиксированных входных характеристик. Примеры фиксированных входных характеристик в процессах производства чугуна и стали.
- 10) Охарактеризуйте особенности вектора управляющих воздействий.
- 11) Приведите примеры управляющих воздействий из технологии производства чугуна и стали.
- 12) Охарактеризуйте возмущения системы.
- 13) Приведите примеры действия возмущений на процесс.
- 14) Охарактеризуйте зависимость выходных характеристик системы от ее входов.
- 15) Охарактеризуйте способы задания оператора перехода.
- 16) Охарактеризуйте связь оператора перехода и модели.
- 17) Дайте общую классификация систем.
- 18) Охарактеризуйте динамические и статические системы и их отличия.
- 19) Охарактеризуйте детерминированные и стохастические системы и их отличия.
- 20) Охарактеризуйте непрерывные и дискретные системы и их отличия.
- 21) Дайте понятие объекта моделирования.
- 22) Охарактеризуйте масштабы объектов моделирования.
- 23) Назовите цели создания моделей.
- 24) Охарактеризуйте роль субъекта моделирования в процессе создания модели.
- 25) Охарактеризуйте модели-объекты и модели-схемы.
- 26) Назовите способы описания объектов при составлении моделей-схем.
- 27) Охарактеризуйте существенные стороны объекта моделирования применительно к процессам производства чугуна и стали.
- 28) Что включать в модель?
- 29) Назовите основные требования к модели.
- 30) Охарактеризуйте экономичность и адекватность модели.
- 31) В чем суть идентификации модели?
- 32) Охарактеризуйте критерий качества модели.
- 33) Охарактеризуйте алгоритм создания модели.

- 34) Охарактеризуйте аналитические, экспериментальные, имитационные методы.
- 35) В чем состоит эмпирический подход при составлении моделей процессов и объектов в металлургии, его преимущества и недостатки?
- 36) Охарактеризуйте структурный подход к составлению моделей процессов и объектов в металлургии, его преимущества и недостатки.
- 37) Назовите уровни описания объекта при использовании структурного подхода.
- 38) Охарактеризуйте задачи, решаемые на молекулярном уровне описания.
- 39) Охарактеризуйте моделирование стехиометрии системы сложных химических реакций.
- 40) Охарактеризуйте метод направленных графов.
- 41) Охарактеризуйте моделирование равновесия системы сложных химических реакций.
- 42) Охарактеризуйте моделирование кинетики химических реакций.
- 43) Дайте понятие скорости химической реакции.
- 44) Охарактеризуйте гомогенные и гетерогенные химические реакции.
- 45) Приведите пример модели кинетики системы химических реакций.
- 46) Охарактеризуйте суть интегрирования дифференциальных уравнений кинетики химических реакций.
- 47) Приведите примеры реакций первого порядка.
- 48) Охарактеризуйте численное решение системы дифференциальных уравнений кинетики для системы химических реакций.
- 49) Охарактеризуйте химические реакции в потоке вещества.
- 50) Охарактеризуйте модель идеального вытеснения.
- 51) Охарактеризуйте химическую реакцию первого порядка разложения вещества в аппарате идеального вытеснения.
- 52) Охарактеризуйте модель идеального перемешивания. Охарактеризуйте химическую реакцию первого порядка разложения вещества в аппарате идеального перемешивания.
- 53) Сравните эффективность аппаратов идеального вытеснения и идеального перемешивания.
- 54) Охарактеризуйте ячеечную модель потока.
- 55) Назовите особенности моделирования массопереноса.
- 56) Охарактеризуйте кинетический и диффузионный режим в гетерогенных реакциях.
- 57) Охарактеризуйте моделирование тепловых процессов в аппаратах.
- 58) Охарактеризуйте сущность изотермических и адиабатических процессов.

59) Охарактеризуйте сущность процессов с частичным теплообменом.

60) Охарактеризуйте аппарат идеального вытеснения с частичным теплообменом.

61) Охарактеризуйте модель реакции первого порядка в аппарате идеального вытеснения.

62) Охарактеризуйте аппарат идеального перемешивания с частичным теплообменом. Охарактеризуйте модель реакции первого порядка в аппарате идеального перемешивания с частичным теплообменом.

63) Охарактеризуйте содержание этапа формализации при постановке и решении оптимизационной задачи. Участие металлурга на этом этапе.

64) Охарактеризуйте критерии оптимальности.

65) Охарактеризуйте частные критерии и способы построения обобщенных критериев оптимальности.

66) Приведите примеры критериев оптимизации.

67) Назовите основные оптимизирующие факторы.

68) Охарактеризуйте выбор оптимизирующих факторов при решении задач оптимизации в металлургии.

69) Что такое целевая функция?

70) Охарактеризуйте роль математической модели при решении оптимизационных задач.

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендованная литература

Основная литература

1. Моделирование металлургических процессов: методические указания к освоению дисциплины / А.В. Карпинский. - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2021. - 28 с. Электронный ресурс. Режим доступа:

https://moodle.dstu.education/pluginfile.php/243012/mod_resource/content/1/%D0%9C%D0%A3%20%D0%A1%D0%A0%D0%A1%20%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%B%D0%BB%D1%83%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%BE%D0%B2%20%281%29.pdf

Дополнительная литература

1. Бенда А.Ф. Тепло- и массоперенос в материалах и процессах : учеб. пособие / А.Ф. Бенда ; Моск. гос. ун-т печати имени Ивана Федорова. — М. : МГУП имени Ивана Федорова, 2014. — 236 с. Электронный ресурс. Режим доступа:

https://moodle.dstu.education/pluginfile.php/242992/mod_resource/content/1/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%BE_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D1%81_%D0%91%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B0.pdf

2. Гидрогазодинамика: конспект лекций / Гладышев Н.Н. // ГОУВПО СПбГТУРП. СПб 2012. 159 с. Электронный ресурс. Режим доступа:

https://moodle.dstu.education/pluginfile.php/243014/mod_resource/content/1/%D0%93%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0.pdf

3. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Моделирование и оптимизация технологических процессов» : (для студентов по специальности 22.04.02 «Металлургия» профиль «Обработка металлов давлением») / сост. А.В. Токарев, П.Н. Денищенко ; Каф. Обработки металлов давлением и металловедения . — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГ-ТИ, 2020 . — 38 с. Электронный ресурс. Режим доступа: https://library.dstu.education/list.php?IDlist=Q_2 дата обращения 22.07.2024

4. Агеев, Н. Г. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учеб. пособие / Н. Г. Агеев. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. — 108 с. Электронный ресурс. Режим доступа:

https://moodle.dstu.education/pluginfile.php/242991/mod_resource/content/

<1/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%B2%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D1%83%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B8.pdf>

5. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Моделирование и оптимизация технологических процессов» : (для студентов по специальности 22.04.02 «Металлургия» профиль «Обработка металлов давлением») / сост. А.В. Токарев, Н.Г. Митичкина ; Каф. Обработки металлов давлением и металловедения . — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2021 . — 34 с. Электронный ресурс. Режим доступа: https://library.dstu.education/list.php?IDlist=Q_2 дата обращения 22.07.2024

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт.— Алчевск. — URL: library.dstu.education.— Текст: электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>.— Текст: электронный.

3. Консультант студента: электронно-библиотечная система.— Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>.— Текст: электронный.

4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система.— URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red.— Текст: электронный.

5. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система.—Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. —Текст: электронный.

6. ЭБС Издательства "Университетская библиотека онлайн" <http://e.lanbook.com/>

7. ЭБС Издательства "ЛАНЬ": [сайт]. – <https://e.lanbook.com/>

8. Цифровая библиотека IPR SMART: [сайт]. — <https://www.iprbookshop.ru/>

9. Национальная электронная библиотека: [сайт]. – <https://rusneb.ru/>

10. Российская Государственная Библиотека: [сайт]. – <https://diss.rsl.ru/>

11. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: [сайт]. – <https://cyberleninka.ru/>

12. Научная электронная библиотека eLIBRARY: [сайт]. – <https://elibrary.ru/defaultx.asp?/>

13. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» – <https://biblio.asu.edu.ru>

14. ЭБС «Университетская Библиотека Онлайн» <https://biblioclub.ru>

15. Информационно-библиотечный комплекс «Политех» <https://library.spbstu.ru>

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Проектор ЭПСОН, экран, звуковые колонки, компьютер Intel Pentium. Численность посадочных мест - 40 человек;	Аудитория 313 лабораторный корпус
Установка УМ-12 для спекания агломерата. Трансформатор. Копер лабораторный. Барабан для испытания агломерата. Электропечь индукционная ИСТ-0,06 для выплавки металла. Гранулятор тарельчатый. Дробилка щековая. Тиристорный преобразователь ТПЧТ. Печь электрическая шахтная. Физические модели для исследования металлургических процессов, свойств шихты, жидких расплавов и металлопродукции. Численность посадочных мест - 30 человек	Аудитория 117 лабораторный корпус, учебно-исследовательская лаборатория металлургии чугуна и стали

Лист согласования РПД

Разработал
Профессор кафедры
металлургических технологий
(должность)

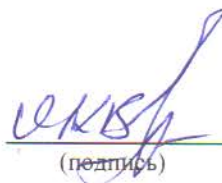


С.В. Куберский
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
металлургических технологий

от 30.08.2024г.

И.о. декана факультета
горно-металлургической
промышленности и строительства



О.В. Князьков
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
22.04.02 Metallurgy
(магистерская программа
металлургия черных металлов)



Н.Г. Митичкина
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра



О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	