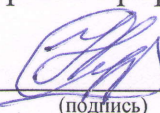


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор


(подпись)

« 31 » 03



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03 Интенсификация тепломассообменных процессов

в технологических агрегатах

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки:
Направленность (профиль):
Программа:
Форма обучения:

22.04.02 Металлургия
Промышленная теплотехника
Магистратура
очная, заочная

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	4	4
Общая трудоёмкость в з.е./часах	5,0 (180)	5,0 (180)
Контактная работа (час.), в том числе:	68	14
лекции (час.)	32	4
лабораторные работы (час.)	-	-
практические (семинарские) занятия (час.)	32	4
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	76	148
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36	экзамен, 18

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины **«Интенсификация тепломассообменных процессов в технологических агрегатах»** составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия» (направленность профиль: «Промышленная теплотехника») для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

профессор кафедры
«Техническая теплофизика»,
д-р техн. наук, доцент


(подпись)

Н.И. Захаров
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры
«Техническая теплофизика»

Протокол от «10» марта 2023 года № 12

Заведующий кафедрой


(подпись)

А.Б. Бирюков
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО
«ДОННТУ» по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия»

Протокол от «29» марта 2023 года № 2

Председатель


(подпись)

Снитко С.А.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приема на заседании кафедры
«Техническая теплофизика»

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приема на заседании кафедры
«Техническая теплофизика»

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приема на заседании кафедры
«Техническая теплофизика»

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы: повышения производительности агрегатов промышленной теплотехники путем интенсификации процессов тепломассопереноса (ТМП) следующих технологий – обработка металлов в печах и внепечных установках, а также в других объектах.

Цель дисциплины – является формирование у студентов знаний и умений, касающихся теоретических основ и практических навыков в области анализа и расчета тепломассообменных процессов, определения оптимальных параметров их протекания.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать: основные технологии печной и внепечной обработки металлов; тепломассообменные процессы этих технологий; способы интенсификации этих процессов;

уметь: анализировать тепломассообменные процессы в конкретных технологических агрегатах; разрабатывать способы интенсификации этих процессов с целью повышения производительности технологических агрегатов;

владеть: критически оценивать и использовать новейшие достижения в области повышения производительности технологических агрегатов и роли в интенсификации тепломассообменных процессов; создавать способы интенсификации этих процессов в конкретных технологиях печной и внепечной обработки металлов; владеть компьютерным моделированием тепломассообменных процессов в этих технологиях и выявлять параметры влияющие на интенсификацию, исходя из полученных графиков; определять оптимальные значения этих параметров, создающих энергосберегающие режимы этих технологий.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

УК-1 - способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

ПК-2 - способен разрабатывать предложения по повышению качества заданного вида металлопродукции при его тепловой обработке;

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Дисциплина базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: математика, физика, химия, тепломассообмен, гидрогазодинамика, методы математического моделирования технических систем, теория очищения жидкостей и газов, научно-техническое творчество.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при прохождении государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	в том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семин.)	СР
Тема 1. Введение. Интенсификация ТМП –	22/27	5/-	-	4/-	12/25

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	в том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семина.)	СР
основа повышения производительности агрегатов промышленной теплотехники.					
Тема 2. Интенсификация ТМП при внепечной обработке стали продувкой аргоном при атмосферном давлении под слоем рафинирующего шлака.	25/26	5/1	-	6/1	13/24
Тема 3. Интенсификация ТМП при внепечной обработке стали комплексным воздействием продувки аргоном, вакуумирования и электрического поля.	25/28	6/1	-	5/1	13/26
Тема 4. Интенсификация ТМП при внепечной обработке стали порошковыми проволоками.	25/28	6/1	-	6/1	13/24
Тема 5. Интенсификация ТМП при обработке стали в печах.	22/28	4/1	-	5/1	12/25
Тема 6. Интенсификация ТМП в других технологических агрегатах (ректификация воздуха, вторичные энергоресурсы и др.).	25/25	6/-	-	6/-	13/24
Контактная работа (дополнительная)	4/6				-/-
Курсовая работа (проект)	-/-				-/-
Итого по видам занятий	144/162	32/4		32/4	76/148
Контроль	36/18				
Итого:	180/180				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
УК-1	Тема 1-6
ПК-2	Темы 1-6

3.2 Лекции

Тема 1. Введение. Интенсификация ТМП – основа повышения производительности агрегатов промышленной теплотехники.

Содержание темы 1: Введение. Проблема энергосбережения при повышении производительности агрегатов промышленной теплотехники путем интенсификации ТМП.

Литература к теме 1: [1, 2, 3]

Тема 2. Интенсификация ТМП при внепечной обработке стали продувкой аргоном при атмосферном давлении под слоем рафинирующего шлака.

Содержание темы 2: Интенсификация ТМП при внепечной обработке стали продувкой аргоном при атмосферном давлении под слоем рафинирующего шлака. Математическое моделирование (ММ) ТМП. Энергосберегающие режимы технологии.

Литература к теме 2: [1, 2, 3]

Тема 3. Интенсификация ТМП при внепечной обработке стали комплексным воздействием продувки аргоном, вакуумирования и электрического поля.

Содержание темы 3: Интенсификация ТМП при внепечной обработке стали комплексным воздействием продувки аргоном, вакуумирования и электрического поля. ММ ТМП. Энергосберегающие режимы технологии.

Литература к теме 3: [1, 2, 3]

Тема 4. Интенсификация ТМП при внепечной обработке стали порошковыми проволоками.

Содержание темы 4: Интенсификация ТМП при внепечной обработке стали порошковыми проволоками. ММ ТМП. Энергосберегающие режимы технологии.

Литература к теме 4: [1, 2, 3]

Тема 5. Интенсификация ТМП при обработке стали в нагревательных печах.

Содержание темы 5: Интенсификация ТМП при обработке стали в нагревательных печах. ММ ТМП. Энергосберегающие режимы технологии. Многоступенчатые режимы нагрева слитков – основа энергосбережения.

Литература к теме 5: [1, 2, 3]

Тема 6. Интенсификация ТМП в других технологических агрегатах (ректификация воздуха, вторичные энергоресурсы и др.).

Содержание темы 6: Интенсификация ТМП в других технологических агрегатах (ректификация воздуха, вторичные энергоресурсы и др.). ММ ТМП. Энергосберегающие режимы технологии. Проблема энергосбережения в этих технологиях.

Литература к теме 6: [1, 2, 3]

3.3 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час.	Литература
1	Интенсификация ТМП при внепечной обработке стали продувкой аргоном при атмосферном давлении под слоем рафинирующего шлака. Расчет на основе ПЭВМ энергосберегающих режимов интенсификации технологии.	6/-	[1, 2, 4]
2	Интенсификация ТМП при внепечной обработке стали комплексным воздействием продувки аргоном, вакуумирования и электрического поля. Расчет на основе ПЭВМ энергосберегающих режимов интенсификации технологии.	7/1	[1, 2, 4]
3	Интенсификация ТМП при внепечной обработке стали порошковыми проволоками. Расчет на основе ПЭВМ энергосберегающих режимов интенсификации технологии.	6/1	[1, 2, 4]
4	Интенсификация ТМП при обработке стали в нагревательных печах. Повышение производительности плавильных печей путём интенсификации процессов тепломассопереноса. Семинар.	7/1	[1, 2, 4]
5	Интенсификация ТМП в других технологических агрегатах (ректификация воздуха, вторичные энергоресурсы и др.).	6/1	[1, 2, 4]
Итого:		32/4	

3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очная/заочная	Литература
	Учебным планом не предусмотрено.		
Итого:			

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. (очная/заочная)
1	Изучение лекционного материала	36/75
2	Подготовка к лабораторным работам	-/-
3	Подготовка к практическим занятиям	36/67
4	Выполнение курсовой работы	-/-
5	Выполнение курсового проекта	-/-
6	Контактная работа (дополнительная)	4/6
	Итого:	76/148

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Учебным планом не предусмотрена курсовая работа.

Учебным планом предусмотрено выполнение индивидуального задания для заочной формы обучения. Главная цель индивидуального задания – обучение основам расчета; закрепление, углубление и обобщение знаний, приобретенных при изучении теории этой дисциплины. Индивидуальное задание оказывает содействие развитию навыков самостоятельного решения технических и/или технологических задач. Развивает конструктивное отношение к методам расчетов, совершенствует навыки ведения и оформление проектной документации. О выполнении индивидуального задания сообщается студентам в начале семестра, а условия к заданию предоставляется в течение месяца после начала учебного семестра после изучения соответствующего лекционного материала и/или изучения материала, который не рассматривается на лекциях. Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания – не менее 9 часов. Сдача индивидуального задания осуществляется не позднее чем за две недели до окончания учебного семестра. Выполнение индивидуального задания осуществляется в часы СРС. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – 5-15 страниц формата А4 (210×297 мм).

Задание и методика решения индивидуальной работы представлены в методических рекомендациях [6].

Примерная тематика индивидуальных заданий:

1. Конструкция и расчет тепловых процессов в нагревательных печах с лучистым внешним теплообменом и пути повышения их производительности через интенсификацию этих процессов.

2. Конструкция и расчет тепловых процессов в нагревательных печах с конвективным внешним теплообменом и пути повышения их производительности через интенсификацию этих процессов.

3. Конструкция и расчет тепловых процессов в нагревательных печах с лучисто-конвективным внешним теплообменом и пути повышения их производительности через интенсификацию этих процессов.

4. Конструкция и расчет тепломассообменных процессов в электропечах и пути повышения их производительности через интенсификацию этих процессов.

5. Конструкция и расчет тепломассообменных процессов в конвертере и пути повышения их производительности через интенсификацию этих процессов.

6. Конструкция и расчет тепломассообменных процессов в установках внепечной дегазации жидкой стали от водорода продувкой аргоном и пути повышения их производительности через интенсификацию этих процессов.

Тематика индивидуального задания связана с самостоятельным выполнением расчетной работы по темам дисциплины, которые не рассматриваются на лекциях, практических и лабораторных занятиях и изучаются студентом самостоятельно в соответствии с рекомендуемой литературой.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;

– продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;

– высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

– нулевой уровень: компетенции не сформированы;
– минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
– пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;

- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

1. Нагревательные печи: рабочее пространство, газовая и технологическая зона.
2. Классификация нагревательных печей.
3. Понятие внешней и внутренней задачи теплообмена и его интенсификация.
4. Печи с лучистым режимом внешнего теплообмена и его интенсификация.
5. Печи с конвективным режимом внешнего теплообмена и его интенсификация.
6. Печи с лучисто-конвективным режимом внешнего теплообмена и его интенсификация.
7. Виды тепловых потоков в рабочем пространстве печи.
8. Понятие прямой, обратной и смешанной постановки внешней задачи теплообмена.
9. Методика расчета и интенсификация лучистого теплообмена в замкнутой системе двух серых поверхностей, разделенных лучепрозрачной средой.
10. Закон Бугера поглощения лучистого потока.
11. Методика расчета и интенсификация лучистого теплообмена в замкнутой системе «серая поверхность-поглощающий газ».
12. Метод тепловой диаграммы Семикина длительности нагрева материалов и факторы интенсификации теплообмена.
13. Одно- двух- трехступенчатые тепловые режимы в печах.
14. Анализ интенсификации ступени нагрева при постоянной температуре поверхности материала.
15. Интенсификация двухступенчатого режима нагрева.
16. Плавильные печи. Электроды и интенсификация тепломассообмена.
17. Кислородный конвертер и интенсификация тепломассообмена.
18. Интенсификация тепломассообменных процессов при внепечной дегазации расплава стали от водорода продувкой аргоном.
19. Интенсификация тепломассообменных процессов при внепечной дегазации расплава стали от кислорода порошковой проволокой.
20. Интенсификация тепломассообменных процессов при внепечной дегазации расплава стали от азота в электростатическом поле.

Программа:	магистратура		
Направление подготовки	(бакалавриат, специалитет, магистратура) 22.04.02 «Металлургия»		
Направленность (профиль):	(код, название) Промышленная теплотехника,		
Семестр:	(название) 4		
Учебная дисциплина:	Интенсификация тепломассообменных процессов в технологических агрегатах		

БИЛЕТ № 1

1. Метод тепловой диаграммы Семикина длительности нагрева материалов и факторы интенсификации теплообмена.
2. Интенсификация процессов тепломассообмена в кислородном конвертере.
3. Определить параметры интенсификации диффузионного процесса при внепечной дегазации стали от водорода продувкой аргоном.

Утверждено на заседании кафедры	Техническая теплофизика (наименование кафедры полностью)		
Протокол	№	от	г.
Зав. кафедрой	_____		(Ф.И.О.)
Экзаменатор	_____		(Ф.И.О.)

4.3 Критерии оценивания

Оценка испытания по 100-балльной шкале формируется как сумма баллов, набранных за ответы на вопросы билета. По каждому вопросу:

– «50 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил умение свободно, логично, четко и ясно предоставлять грамотные, правильные ответы на поставленный вопрос с использованием терминологии и символики в необходимой логической последовательности, а также сведений из других дисциплин и знаний, приобретенных ранее; твердые практические навыки с творческим применением полученных теоретических знаний; использование и предоставление полного обоснования наиболее эффективных и рациональных методов поиска решения; умение использовать приобретенные знания и навыки в нестандартных ситуациях, требующих выхода на иной, более высокий уровень знаний; приведены аналитические зависимости и расчеты;

– «40 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент проявил высокий уровень знаний при ответе на вопрос, показал умение применять теоретические знания для решения поставленной задачи, четко владеет и применяет аналитические зависимости для условий задачи, умеет формулировать выводы, однако при решении задачи допустил некоторые неточности, недостаточно обосновал допущения, которые использовались при решении задачи;

– «30 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил умение свободно предоставлять правильные ответы на поставленные вопросы с использованием терминологии, а также знаний, приобретенных ранее; наличие несущественных недостатков или нарушения последовательности изложения; использование не самых рациональных методов поиска решения; незначительные недостатки или ошибки в расчетах;

– «20 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил базовые знания по вопросу, знание основных аналитических зависимостей, описывающих заданный процесс, однако допустил существенные ошибки при выполнении расчетов, не смог систематизировать исходные данные и сформулировать выводы;

– «10 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил владение основными положениями материала, но фрагментарно и непоследовательно дает ответы на

поставленные вопросы; слабые практические навыки; поиск решения типовых стандартных задач нерациональными способами с принципиальными ошибками;

– «0 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил незначительный общий объем знаний, отсутствие навыков в решении задач по различным темам дисциплины допустил принципиальные ошибки при решении задач, которые не дают возможности выполнить задание, или если решение задачи отсутствует.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по национальной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	неудовлетворительно
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

При невыполнении всех заданий, предусмотренных учебной программой дисциплины согласно «Положению об организации учебного процесса» студенту в ведомость по курсу ставится запись «Не зачтено».

4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях или лабораторных работах

Определить факторы интенсификации процессов теплообмена:

- при нагреве слитков в нагревательных печах;
- при обезуглероживании чугуна в конвертере;
- при внепечной дегазации металла продувкой аргоном;
- при внепечном раскислении порошковой проволокой;
- при дегазации металла в электрическом поле.

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

4.5 Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I. Основная литература

1. Термодинамика. Теплообмен. Термодинамика и теплопередача. Прикладной теплообмен [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов / О. Б. Цветков, Ю. А. Лаптев, Ю. Н. Ширяев ; О.Б. Цветков, Ю.А. Лаптев, Ю.Н. Ширяев ; Санкт-Петербург. нац. исслед. ун-т инф. технологий, механики и оптики, Ин-т холода и биотехнологий. - 1 Мб. - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО : ИХиБТ, 2014. - Систем. требования: Acrobat Reader. – URL: <http://ed.donntu.ru/books/17/cd7889.pdf>

2. Захаров, Н.И. Энергоресурсосбережение при рафинировании жидкой стали от газов [Электронный ресурс]: монография / Н. И. Захаров, А. А. Троянский, А. И. Троцан ; Н.И. Захаров,

А.А. Троянский, А.И. Троцан ; ГБУЗ "Приазов. гос. техн. ун-т". - 1 Мб. - Мариуполь : ПГТУ, 2015.
- Систем. требования: Acrobat Reader. – URL: <http://ed.donntu.ru/books/cd3365.pdf>

II. Дополнительная литература

3. Захаров, Н.И. Интенсификация процессов тепломассопереноса при рафинировании жидкой стали от газов [Электронный ресурс]: монография / Н. И. Захаров. – 1,55 Мб. - Донецк, 2016. – 202 с. – Систем. требования: Acrobat Reader. – URL: <http://ea.donntu.ru:8080/jspui/handle/123456789/34284>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

4. Методические указания к проведению практических занятий по дисциплине "Интенсификация тепломассообменных процессов в технологических агрегатах" [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 22.04.02 "Металлургия", магистерской программы "Промышленная теплотехника" / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. техн. теплофизики ; [сост. Н. И. Захаров]. - 190 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2019. - Систем. требования: Acrobat Reader. – URL: <http://ed.donntu.ru/books/20/m5603.pdf>

5. Методические рекомендации к самостоятельной работе студентов по дисциплине "Интенсификация тепломассообменных процессов в технологических агрегатах" [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 22.04.02 "Металлургия", магистерской программы "Промышленная теплотехника" / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. техн. теплофизики ; [сост. Н. И. Захаров]. - 146 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2019. - Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).

6. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий по дисциплине "Интенсификация тепломассообменных процессов в технологических агрегатах" [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 22.04.02 "Металлургия", магистерской программы "Промышленная теплотехника" / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. техн. теплофизики ; [сост. Н. И. Захаров]. - 265 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2019. - Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

ЭБС IPR SMART – <http://www.iprbookshop.ru>

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Учебная аудитория №5.436 учебный корпус 5 для проведения занятий лекционного типа. (Мультимедийное оборудование: компьютер, операционная система Linux Ubuntu 18.04, LibreOffice 5.3.4, мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные макеты, стенды и плакаты).

2. Учебная аудитория №5.436 учебный корпус 5 для проведения практических занятий. (Мультимедийное оборудование: компьютер, операционная система Linux Ubuntu 18.04, LibreOffice 5.3.4, мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные макеты, стенды и плакаты).

3. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3. (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью

индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.