

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

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

« 31 » 03 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.09 Спецвопросы проектирования тепловых режимов печных агрегатов

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

22.04.02 Металлургия
Промышленная теплотехника
магистратура
очная, заочная

Форма обучения	Очная	Заочная
Семестр(ы)	2	2
Общая трудоёмкость в з.е./часах	5/180	5/180
Контактная работа (час.), в том числе:	72	14
лекции (час.)	34	4
лабораторные работы (час.)	-	-
практические (семинарские) занятия (час.)	34	4
Самостоятельная работа (час.), в том числе	54	130
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 54	экзамен, 36

Донецк, 2023 г.


Рабочая программа дисциплины «**Спецвопросы проектирования тепловых режимов печных агрегатов**» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия» (направленность профиль: «Промышленная теплотехника») для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

доцент кафедры

«Техническая теплофизика»


к.т.н., доцент


(подпись)

Кашаев В.В.
(Ф.И.О.)

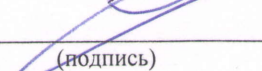
Рабочая программа **рассмотрена и утверждена** на заседании кафедры «Техническая теплофизика».

Протокол от «10» марта 2023 года № 12

Заведующий кафедрой  Бирюков А.Б.
(подпись) (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  Снитко С.А.
(подпись) (Ф.И.О.)

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

Протокол от «__» _____ 20__ года № _____
Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

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

Протокол от «__» _____ 20__ года № _____
Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

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

Протокол от «__» _____ 20__ года № _____
Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма 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, касающиеся методов и способов промышленной термической переработки твердых бытовых отходов, а также проектирования современных энергосберегающих теплотехнологий по утилизации твердых бытовых отходов.

Целью преподавания дисциплины является: изучение методов и способов промышленной термической переработки твердых бытовых отходов; внешнего и внутреннего теплообмена, тепловой работы агрегатов для термической переработки твердых бытовых отходов; различных тепловых режимов работы этих агрегатов; проектирование энергосберегающих тепловых режимов агрегатов для термической переработки твердых бытовых отходов.

В результате освоения дисциплины студент должен знать:

- классификацию методов и способов промышленной термической переработки твердых бытовых отходов;
- основные подходы и технологии по обращению с отходами;
- международный опыт и современные технологии обращения с отходами; чем нужно руководствоваться при выборе температуры термического процесса по переработке твердых бытовых отходов и при выборе способа термической переработки твердых бытовых отходов;
- основы применения и проектирования основных методов и способов промышленной термической переработки твердых бытовых отходов.

уметь:

- правильно определиться со стратегией проектирования энергосберегающего теплового режима агрегата при термической переработке твердых бытовых отходов принимая во внимание экологическую безопасность термической технологии переработке твердых бытовых отходов;
- проектировать основные процессы и оборудование в области термической переработки и утилизации твердых бытовых отходов;
- разрабатывать энергоэффективные технологии по оптимизации в области термической переработки твердых бытовых отходов;
- давать оценку эффективности мероприятий, направленных на сокращение количества отходов;
- внедрять новые механизмы управления отходами на основе мирового опыта.

владеть:

- методикой выбора термических агрегатов с учетом их экономических и экологических преимуществ;
- навыками рационального выбора режимов и вида оборудования для различных видов термической переработки и утилизации твердых бытовых отходов;
- навыками практических расчетов и контроля над работой агрегатов по промышленной термической переработки твердых бытовых отходов.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих профессиональных компетенций:

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.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: теплотехника, тепломассообмен, конструкции теплотехнологических агрегатов, инновационные и ресурсосберегающие технологии в металлургии и сертификация металлопродукции, гидрогазодинамика, термодинамика, тепломассообменные процессы и установки, автоматизация производственных процессов, микропроцессорная техника, а также на знаниях и умениях, которые студент приобрел при подготовке бакалавра по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия».

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин учебного плана (интенсификация тепломассообменных процессов в технологических агрегатах, современные проблемы металлургической теплотехники, моделирование теплотехнических процессов в стандартных инженерных пакетах, спецвопросы проектирования тепловых режимов печных агрегатов), 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	Практ. (Семин.)	Лабор.	СРС
четвертый семестр					
Тема 1. Современные технологии переработки ТБО.	8/16	2/1	2/0	-	4/15
Тема 2. Выбор температуры термического процесса. Внешний и внутренний теплообмен.	16/18	4/0	4/1	-	8/17
Тема 3. Проектирование технологий сжигания ТБО.	32/19	10/1	12/2	-	10/16
Тема 4. Проектирование технологий пиролиза ТБО.	10/15	2/0	2/0	-	6/15
Тема 5. Проектирование технологий газификации ТБО.	10/17	2/1	2/0	-	6/16
Тема 6. Проектирование плазменного метода переработки ТБО.	10/19	2/0	2/1	-	6/18
Тема 7. Проектирование паро-	10/16	2/0	2/0	-	6/16

плазменной переработки отходов.					
Тема 8. Проектирование комбинированных методов термической переработки ТБО.	24/18	8/1	8/0	-	8/17
Контактная работа (дополнительная)	4/6				
Индивидуальное задание	-				
Курсовая работа (проект)	-				
Итого по видам занятий	68/8				
Контроль	54/36				
ИТОГО:	180	34/4	34/4	-	54/130

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ПК-2	Темы 1-8

3.2 Лекции

Тема 1. *Современные технологии переработки твердых бытовых отходов.*

Содержание темы 1:

Понятие о современных технологиях переработки твердых бытовых отходов. Захоронение твердых бытовых отходов. Биохимическое компостирование отходов. Классификация методов термической переработки твердых бытовых отходов.

Литература к теме 1: [1, 2, 3]

Тема 2. *Выбор температуры термического процесса. Внешний и внутренний теплообмен.*

Содержание темы 2:

Выбор температуры термического процесса. Внешний и внутренний теплообмен. Тепловая работа промышленной печи. Прямые, обратные и смешанные постановки задач внешнего теплообмена.

Литература к теме 2: [1, 2, 3]

Тема 3. *Проектирование технологий сжигания ТБО.*

Содержание темы 3:

Проектирование технологии сжигания ТБО. Слоеое сжигание с принудительным перемешиванием и перемещением ТБО. Сжигание в кипящем слое. 3 модификации кипящего слоя. Стационарный кипящий слой. Печи с вихревым кипящим слоем. Печи с циркулирующим кипящим слоем. Сжигание-газификация в плотном слое кускового материала без принудительного перемешивания и перемещения материала. Регулирование мощности пламени для оптимальной тепловой работы агрегата сжигания ТБО.

Литература к теме 3: [1, 2, 3]

Тема 4. *Проектирование технологий пиролиза ТБО.*

Содержание темы 4:

Технологическая схема пиролиза твердых бытовых отходов. Мини-завод Прометей по переработке угольных отходов на основе высокотемпературного пиролиза.

Литература к теме 4: [1, 2, 3]

Тема 5. *Проектирование технологий газификации ТБО.*

Содержание темы 5:

Особенности проектирования установки для технологии газификации отходов. Продукты из получаемого синтез-газа при газификации твердых бытовых отходов.

Литература к теме 5: [1, 2, 3]

Тема 6. *Проектирование плазменного метода переработки ТБО.*

Содержание темы 6:

Теплотехнологическая схема процесса плазменной переработки твердых бытовых отходов. Принципиальная схема плазменной горелки и плазмотрона.

Литература к теме 6: [1, 2, 3]

Тема 7. *Проектирование метода паро-плазменной переработки отходов.*

Содержание темы 7:

Схема процесса паро-плазменной переработки твердых бытовых отходов. Энергетика и тепловой баланс паро-плазменной переработки твердых бытовых отходов.

Литература к теме 7: [1, 2, 3]

Тема 8. *Проектирование комбинированных методов термической переработки твердых бытовых отходов.*

Содержание темы 8:

Процесс «Siemens». Процесс «Noell». Процесс «Thermoselect».

Литература к теме 8: [1, 2, 3]

3.3 Практические занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/заочн	Литература
1	Прямая, обратная и смешанная постановки задачи внешнего теплообмена.	2/1	[3, 4]
2	Расчёт тепловой мощности регенеративного нагревательного колодца.	4/0	[1, 2]
3	Расчёт тепловой мощности камерной печи с выкатным подом.	4/1	[1, 2]
4	Расчёт тепловой мощности роликовой проходной печи.	4/2	[1, 2]
5	Методы расчета внешнего теплообмена.	4/0	[3, 4]
6	Методы расчета внутреннего теплообмена.	4/0	[3, 4]
7	Семинар «Проектирование тепловых режимов печей».	4/0	[1, 2, 3, 4]
8	Семинар «Сжигание в слое шлакового расплава».	4/0	[1, 2]
9	Семинар «Проектирование газификации твердых бытовых отходов в вихревых реакторах».	4/0	[1, 2]
ИТОГО:		34/4	

3.4 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	31/80
2	Подготовка к практическим занятиям.	23/50
3	Выполнение индивидуального задания.	-/-
ИТОГО:		54/130

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

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. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны неполные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- 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;
- 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;

- **средний уровень:** в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- **продвинутый уровень:** в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- **высокий уровень:** понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- **нулевой уровень:** не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- **минимальный уровень:** не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- **пороговый уровень:** владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- **средний уровень:** владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- **продвинутый уровень:** владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- **высокий уровень:** владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- **нулевой уровень:** на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- **минимальный уровень:** на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- **пороговый уровень:** на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- **средний уровень:** на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- **продвинутый уровень:** на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- **высокий уровень:** на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

1. Охарактеризуйте основные способы получения свалочного газа.
2. Что такое биотермическое компостирование и какие проблемы существуют у этой технологии переработки твердых бытовых отходов?

3. Какие методы термической переработки твердых бытовых отходов существуют?
4. Чем нужно руководствоваться при выборе температуры и выборе метода для термической переработки твердых бытовых отходов?
5. В чем заключается техническая сущность методики «остекловывания» и для чего вообще она нужна?
6. Опишите как происходит процесс слоевого сжигания твердых бытовых отходов с принудительным перемешиванием и перемещением этих отходов?
7. Опишите виды печей с кипящим слоем по характеру превращения слоя зернистого материала в псевдожидкость.
8. Проанализируйте особенности и нюансы при проектировании технологии печей со стационарным кипящим слоем.
9. Охарактеризуйте особенности и нюансы при проектировании технологии печей с вихревым кипящим слоем.
10. Проанализируйте особенности и нюансы при проектировании технологии печей с циркулирующим кипящим слоем.
11. Какие существуют на данный момент возможности по энергоэффективному регулированию мощности пламени для оптимальной тепловой работы агрегата сжигания?
12. Опишите процесс газификации в реакторе газификации в плотном слое кускового материала без принудительного перемешивания и перемещения материала с тепловой точки зрения.
13. Чем и как можно обеспечить стабильность процесса получения синтез-газа при газификации твердых бытовых отходов?
14. Проанализируйте главные проблемы при сжигании твердых бытовых отходов.
15. Опишите процесс пиролиза твердых бытовых отходов и каковы полезные продукты можно получить при помощи этого метода переработки твердых бытовых отходов.
16. В чем заключается техническая сущность и технологическая особенность метода по переработке угольных отходов на когенерационной установке Прометей?
17. Охарактеризуйте процесс газификации твердых бытовых отходов и для каких целей можно применять синтез-газ.
18. Охарактеризуйте особенности и нюансы при проектировании схемы процесса плазменной переработки твердых бытовых отходов.
19. Как теплотехнологически устроен агрегат для плазменной переработки твердых бытовых отходов?
20. Опишите принцип работы плазменной горелки и нарисуйте схематически ее основные узлы.
21. Подробно проанализируйте основные достоинства и недостатки плазменной переработки твердых бытовых отходов.
22. На чем основан процесс паро-плазменной переработки твердых бытовых отходов и охарактеризуйте энергобаланс процесса?

23. Чем обеспечивается высокоэффективная переработка отходов при использовании технологии паро-плазменной переработки твердых бытовых отходов?

24. Как реализуется технологическая схема переработки твердых бытовых отходов от фирмы «Siemens KWU» и укажите какие возникают нюансы и проблемы при использовании данного метода?

25. На каком теплотехнологическом приеме строится переработка твердых бытовых отходов по технологии фирмы «Noell» и укажите ее ключевое отличие от технологии фирмы «Siemens KWU»?

26. Как реализуется технологическая схема переработки твердых бытовых отходов по технологии «Thermoselect» и укажите какие возникают нюансы и проблемы при использовании данной технологии?

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Программа:

Магистратура

(бакалавриат, специалитет, магистратура)

Направление подготовки (специальность):

22.04.02 Металлургия

(код, название)

Профиль (магистерская программа, специализация):

Промышленная теплотехника

(название)

Семестр:

первый семестр

Учебная дисциплина:

Спецвопросы проектирования тепловых режимов печных агрегатов

БИЛЕТ № 1

1. Охарактеризуйте особенности и нюансы при проектировании схемы процесса плазменной переработки твердых бытовых отходов.
2. Какие методы термической переработки твердых бытовых отходов существуют?
3. Чем и как можно обеспечить стабильность процесса получения синтез-газа при газификации твердых бытовых отходов?

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Каждому заданию в экзаменационном билете (как теоретическим вопросам, так и задачам) присваивается весовой коэффициент. Сумма весовых коэффициентов по всем заданиям билета равна 1. Ответ на каждое задание оценивается по 100-бальной шкале.

В случае теоретического задания оценка «100» ставится в случае полного системного раскрытия вопроса без каких-либо неточностей. Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 10 баллов), допущены несущественные неточности (до 10 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 25 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости).

В случае задачи оценка «100» ставится в случае представления полного решения с правильным ходом и точным ответом, при верном указании единиц измерения всех физических величин и выполненном полном анализе результатов (если требуется). Баллы снимаются, если в решении есть несущественные неточности, не повлиявшие на результат (до 15 баллов), неверно указаны или не указаны единицы измерения физических величин (до 15 баллов), допущены отдельные неточности в ходе решения, не искажившие ход решения в целом (до 25 баллов), неточность численных результатов (до 15 баллов), ошибки в анализе результатов (до 20 баллов).

Итоговая оценка за экзамен рассчитывается как сумма произведений оценок за каждое задание на их весовой коэффициент.

Пример расчета итоговой оценки по экзамену.

В билете имеется три задания с весовыми коэффициентами 0,3, 0,35 и 0,35. Пусть оценки за каждое задание по 100-бальной шкале составили: 90, 70 и 85 соответственно. Тогда итоговая оценка за билет составляет: $0,3 \cdot 90 + 0,35 \cdot 70 + 0,35 \cdot 85 = 81,25 \approx 81$ балл.

Полученная оценка по 100-бальной шкале определяет оценку по национальной шкале и шкале ECTS.

Утверждено на заседании кафедры

Техническая теплофизика

Протокол	№	от	202 г.	
Зав. кафедрой				Бирюков А.Б.
		(подпись)		(Ф.И.О.)
Экзаменатор				Кашаев В.В.
		(подпись)		(Ф.И.О.)

4.3 Критерии оценивания

Каждому заданию в экзаменационном билете (как теоретическим вопросам, так и задачам) присваивается весовой коэффициент. Сумма весовых коэффициентов по всем заданиям билета равна 1. Ответ на каждое задание оценивается по 100-балльной шкале.

В случае теоретического задания оценка «100» ставится в случае полного системного раскрытия вопроса без каких-либо неточностей. Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 10 баллов), допущены несущественные неточности (до 10 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 25 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости).

В случае задачи оценка «100» ставится в случае представления полного решения с правильным ходом и точным ответом, при верном указании единиц измерения всех физических величин и выполненном полном анализе результатов (если требуется). Баллы снимаются, если в решении есть несущественные неточности, не повлиявшие на результат (до 15 баллов), неверно указаны или не указаны единицы измерения физических величин (до 15 баллов), допущены отдельные неточности в ходе решения, не искажившие ход решения в целом (до 25 баллов), неточность численных результатов (до 15 баллов), ошибки в анализе результатов (до 20 баллов).

Итоговая оценка за экзамен рассчитывается как сумма произведений оценок за каждое задание на их весовой коэффициент.

Пример расчета итоговой оценки по экзамену.

В билете имеется три задания с весовыми коэффициентами 0,3, 0,35 и 0,35. Пусть оценки за каждое задание по 100-балльной шкале составили: 90, 70 и 85 соответственно. Тогда итоговая оценка за билет составляет: $0,3 \cdot 90 + 0,35 \cdot 70 + 0,35 \cdot 85 = 81,25 \approx 81$ балл.

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 / зачтено
80-89	B	Хорошо / зачтено
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	Удовлетворительно / зачтено
35-59	FX	
0-34	F*	Неудовлетворительно / не зачтено

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам практических (семинарских) занятий, во время контрольных опросов в ходе проведения занятий.

4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях

Примерная тематика вопросов для устного текущего опроса:

1. Прямая постановка задачи внешнего теплообмена. Объясните суть постановки задачи.
2. Обратная постановка задачи внешнего теплообмена. Объясните суть постановки задачи.
3. Смешанная постановка задачи внешнего теплообмена. Объясните суть постановки задачи.
4. Порядок расчёта тепловой мощности регенеративного нагревательного колодца. Приведите особенности данной расчетной задачи.
5. Порядок расчёта тепловой мощности камерной печи с выкатным подом. Приведите особенности данной расчетной задачи.
6. Порядок расчёта тепловой мощности роликовой проходной печи. Приведите особенности данной расчетной задачи.
7. Назовите методы расчета внешнего теплообмена и в чем состоит различие этих методов.
8. Назовите методы расчета внутреннего теплообмена и в чем состоит различие этих методов.

4.5 Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I. Основная литература

1. Утилизация и переработка твёрдых бытовых отходов : учеб. пособие / А. С. Клинков [и др.] ; А. С. Клинков, П. С. Беляев, В. Г. Однолько и др.; – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 188 с. – Режим доступа: <http://ed.donntu.ru/books/17/cd6355.pdf>.
2. Власов, О. А. Технологии переработки отходов : учебник / О. А. Власов. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 304 с. – ISBN 978-5-9729-0807-3. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/124150.html>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

II. Дополнительная литература

3. Цветков, О. Б. Термодинамика. Тепломассообмен. Термодинамика и теплопередача. Прикладной тепломассообмен. Учеб. – метод. пособие. / О. Б. Цветков, Ю. А. Лаптев, Ю. Н. Ширяев – Санкт-Петербург : НИУ ИТМО: ИХиБТ, 2014. – 66 с. – Режим доступа: <http://ed.donntu.ru/books/17/cd7889.pdf>.

4. Иванова, А. А. Математическое моделирование тепловых процессов непрерывной разливки металлов : монография / А. А. Иванова, А. Б. Бирюков. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 284 с. – ISBN 978-5-9729-0898-1. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/124274.html>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

1. Кашаев, В. В. Конспект лекций по дисциплине «Спецвопросы проектирования тепловых режимов печных агрегатов» (для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 22.04.02 «Металлургия», магистерской программы «Промышленная теплотехника») / Кашаев В. В. – Донецк : ДОННТУ, 2019. – 33 с. (доступ через личный кабинет студента).

2. Курбатов, Ю. Л. Методические указания к проведению практических занятий по дисциплине «Спецвопросы проектирования тепловых режимов печных агрегатов» для студентов направления подготовки 22.04.02 «Металлургия», магистерской программы «Промышленная теплотехника» / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. технической теплофизики, сост. Курбатов Ю. Л., Новикова Е. В., Кашаев В. В., Заика А. А. – Донецк : ДОННТУ, 2017. – 33 с. (доступ через личный кабинет студента).

3. Кашаев, В. В. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Спецвопросы проектирования тепловых режимов печных агрегатов» для студентов направления подготовки 22.04.02 «Металлургия», магистерской программы «Промышленная теплотехника» / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. технической теплофизики, сост. Кашаев В. В. – Донецк : ДОННТУ, 2019. – 17 с. (доступ через личный кабинет студента).

4. Кашаев, В. В. Методические указания к индивидуальным заданиям по дисциплине «Спецвопросы проектирования тепловых режимов печных агрегатов» для студентов очной и заочной формы обучения направления подготовки 22.04.02 «Металлургия», магистерской программы «Промышленная теплотехника» / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. технической теплофизики, сост. Кашаев В. В. – Донецк : ДОННТУ, 2019. – 28 с. (доступ через личный кабинет студента).

Электронно-информационные ресурсы:

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

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

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. **Учебная аудитория** №5.152 учебный корпус 5 для проведения занятий лекционного типа. (Компьютер, операционная система Linux Ubuntu 16.04 (2016), LibreOffice 4.3.0 (2015); специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические, демонстрационные макеты, стенды и плакаты; лабораторная работа по автоматизации теплотехнологических процессов; лабора-

торная работа по измерению расхода воздуха при помощи диафрагмы, трубки Пито-Прандтля, ротаметра, промышленного счётчика; лабораторная работа по измерению температуры печи при помощи различных пирометров; лабораторные печи косвенного нагрева; физическая модель камерной печи для исследования конвективного теплообмена в печах с выкатным подом; комплекс измерительной техники для определения различных теплотехнических параметров).

2. Учебная аудитория №5.152 учебный корпус 5 для проведения практических занятий. (Компьютер, операционная система Linux Ubuntu 16.04 (2016), LibreOffice 4.3.0 (2015); специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические, демонстрационные макеты, стенды и плакаты; лабораторная работа по автоматизации теплотехнологических процессов; лабораторная работа по измерению расхода воздуха при помощи диафрагмы, трубки Пито-Прандтля, ротаметра, промышленного счётчика; лабораторная работа по измерению температуры печи при помощи различных пирометров; лабораторные печи косвенного нагрева; физическая модель камерной печи для исследования конвективного теплообмена в печах с выкатным подом; комплекс измерительной техники для определения различных теплотехнических параметров).

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.