

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



УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор

А.А. Каракозов

« 31 » 03 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 Вторичные энергоресурсы и энергокомбинирование

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки:

22.04.02 «Металлургия»

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль):

Промышленная теплотехника

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа:

магистратура

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

очная, заочная

(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	3	4
Общая трудоёмкость в з.е/часах	4/144	4/144
Контактная работа (час.), в том числе:	55	12
лекции	34	4
лабораторные работы	-	-
практические (семинарские) занятия	17	2
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	53	114
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Экзамен, 36	Экзамен, 18

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Вторичные энергоресурсы и энергокомбинирование» составлена в соответствии с учебными планами по направлению 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)

П.А. Гнитиёв

(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)

С.А. Снитко

(Ф.И.О.)

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

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой

(подпись)

А.Б. Бирюков

(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 эффективного использования вторичных энергоресурсов в металлургической отрасли.

Целью преподавания дисциплины является: формирование у студентов рационального подхода к использованию энергетических и материальных ресурсов в металлургической промышленности.

В результате освоения дисциплины студент должен
знать общие принципы создания энергоресурсосберегающих технологий, основные методы оптимизации работы технологического оборудования;
уметь составлять расчетные схемы, рассчитывать теплосберегающее оборудование, анализировать существующие технологии с точки зрения экономии материальных и энергетических ресурсов;
владеть информацией о технических параметрах процессов и оборудования для реализации выявленных резервов экономии ТЭР; навыками проведения исследований в области энергосбережения и снижения выбросов.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

ПК-3. Способен планировать и выполнять исследования в актуальных направлениях развития металлургических процессов.

ОПК-4. Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности.

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.

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин (Инновационные решения в производстве и обработке металлов, Интенсификация тепломассообменных процессов в технологических агрегатах), прохождении учебной или производственной практики, 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. (Семина.).	СР
Тема 1. Введение. Общие понятия и классификация ВЭР.	9/11	3/0	0/0	1/0	5/11
Тема 2. Использование теплоты технологического продукта. Коксо-химическое производство.	11/13	3/1	0/0	2/1	6/11
Тема 3. Использование теплоты продуктов сгорания для подогрева компонентов горения.	12/13	4/1	0/0	2/1	6/11
Тема 4. Регенераторы в системах подогрева компонентов горения.	12/12	4/1	0/0	2/0	6/11
Тема 5. ВЭР охлаждающих сред. Испарительное охлаждение.	10/13	4/1	0/0	1/0	5/12
Тема 6. Примеры использования испарительного охлаждения.	10/12	4/0	0/0	1/0	5/12
Тема 7. Использование теплоты газообразной среды в котлах-утилизаторах.	10/12	3/0	0/0	2/0	5/12
Тема 8. Комплексное использование ВЭР в металлургических производствах.	10/12	3/0	0/0	2/0	5/12
Тема 9. ВЭР кислородно-конверторного производства стали.	10/11	3/0	0/0	2/0	5/11
Тема 10. ВЭР прокатного производства.	10/11	3/0	0/0	2/0	5/11
Контактная работа (дополнительная)	4/6				
Курсовая работа (проект)	0/0				0/0
Итого по видам занятий	108/126	34/4	0/0	17/2	53/114
Контроль	36/18				
ИТОГО:	144/144	34/4	0/0	17/2	53/114

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ПК-3	Темы 1-5
ОПК-4	Темы 6-10

3.2 Лекции

Тема 1. **Введение. Общие понятия и классификация ВЭР.**

Содержание темы 1:

Введение. Общие положения. Классификация ВЭР. Источники и пути использования ВЭР в металлургии. Низкопотенциальная теплота ТЭС.

Литература к теме 1: [1, 2, 3]

Тема 2. **Использование теплоты технологического продукта. Коксохимическое производство.**

Содержание темы 2:

Схема производства кокса. Мокрое и сухое тушение. Схема УСТК. Проблемы эксплуатации УСТК. Тепловой баланс УСТК. Теплообмен в камере тушения. Котлы-утилизаторы в установках сухого тушения кокса. Производство чугуна и стали. Прокатное производство.

Литература к теме 2: [1, 2, 3]

Тема 3. **Использование теплоты продуктов сгорания для подогрева компонентов горения.**

Содержание темы 3:

Понятие. Классификация. Целесообразность подогрева компонентов горения. Конструкция металлических и керамических рекуператоров. Конвективные и радиационные рекуператоры.

Литература к теме 3: [1, 2, 3]

Тема 4. **Регенераторы в системах подогрева компонентов горения.**

Содержание темы 4:

Понятие, достоинства, недостатки. Типы и характеристики огнеупорных насадок. Проектный расчет регенератора.

Литература к теме 4: [1, 2, 3]

Тема 5. **ВЭР охлаждающих сред. Испарительное охлаждение.**

Содержание темы 5:

Классификация систем охлаждения. Системы водяного и испарительного охлаждения. Преимущества и недостатки. Расчет движения жидкости и пароводяной смеси.

Литература к теме 5: [1, 2, 3]

Тема 6. **Примеры использования испарительного охлаждения.**

Содержание темы 6:

Охлаждение доменной печи. Охлаждение печей для получения стали.

Литература к теме 6: [1, 2, 3]

Тема 7. **Использование теплоты газообразной среды в котлах-утилизаторах.**

Содержание темы 7:

Назначение котла-утилизатора, конструктивные особенности. Охладители конверторных газов. Особенности эксплуатации котла-утилизатора.

Литература к теме 7: [1, 2, 3]

Тема 8. Комплексное использование ВЭР в металлургических производствах.

Содержание темы 8:

Использование ВЭР доменного производства. Использование доменного газа в качестве топлива. Использование избыточного давления доменного газа. Использование физической теплоты газа, чугуна, шлака.

Литература к теме 8: [1, 2, 3]

Тема 9. ВЭР кислородно-конверторного производства стали.

Содержание темы 9:

Понятие, тепловой баланс. Использование теплоты стали, шлака. Использование конверторного газа для производства пара, в качестве топлива.

Литература к теме 9: [1, 2, 3]

Тема 10. ВЭР прокатного производства.

Содержание темы 10:

Тепловой баланс. Использование теплоты отходящих газов. Использование теплоты охлаждения элементов конструкции нагревательных печей. Комплексные теплоутилизационные установки. Теплоутилизационная электростанция.

Литература к теме 10: [1, 2, 3]

3.3 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/заочн	Литература
1	Расчет параметров теплоты сгорания топлива и экономии топлива за счет использования вторичных энергоресурсов (ВЭР)	2/2	[3, 4, 5]
2	Расчет мощности гидроэлектростанции	2/0	[3, 4, 5]
3	Расчет параметров гелиоустановок	2/0	[3, 4, 5]
4	Расчет параметров ветровых энергетических станций	2/0	[3, 4, 5]
5	Расчет потерь при передаче электроэнергии	2/0	[3, 4, 5]
6	Расчет потерь при транспортировке тепловой энергии	2/0	[3, 4, 5]
7	Расчет энергопотребления в быту	2/0	[3, 4, 5]
8	Расчет расхода тепла общественными зданиями на отопление и вентиляцию	2/0	[3, 4, 5]
9	Расчет расхода тепла общественными зданиями на горячее водоснабжение	1/0	[3, 4, 5]
ИТОГО:		17/2	

3.4 Лабораторные работы

Не предусмотрены

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/ /заочн
1	Изучение лекционного материала	27/53
2	Подготовка к практическим занятиям	26/52
3	Подготовка к лабораторным работам	0/0
4	Выполнение курсового проекта	0/0
5	Выполнение курсовой работы	0/0
6	Выполнение индивидуального задания	0/9
ИТОГО:		53/114

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине не предусмотрен.

Предусмотрено выполнение индивидуального задания (контрольной работы). Цель – 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 оформления 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).

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. Понятие «Вторичные энергетические ресурсы» (ВЭР). Классификация ВЭР.
2. Обзор ВЭР в металлургической отрасли и общая оценка их использования по переделам.
3. Использование физической теплоты отходящих газов для подогрева компонентов горения в рекуператорах. Классификация рекуператоров по различным признакам (теплообмен, материал стенки).
4. Металлические конвективные рекуператоры. Достоинства и недостатки. Способы интенсификации теплопередачи. Аэродинамика и теплообмен.
5. Керамические рекуператоры. Достоинства и недостатки. Типы конструкций рекуператоров. Способы уменьшения утечек нагреваемой среды.
6. Проектный расчет рекуператора.
7. Использование физической теплоты отходящих газов для подогрева компонентов горения в регенераторах. Типы камер. Типы насадок. Достоинства и недостатки регенераторов.
8. Тепловые процессы в регенераторах. Параметры работы. Проектный расчет регенератора.
9. Использование физической теплоты отходящих газов для получения пара в котлах-утилизаторах. Классификация и схема КУ.
10. Использование теплоты охлаждающих сред. Анализ способов охлаждения элементов металлургических печей, возможности использования ВЭР.
11. Испарительное охлаждение. Теоретические основы. Достоинства и недостатки. Основные положения конструирования.

12. Обзор использования ВЭР конечного продукта по переделам металлургического производства.

13. Установка сухого тушения кокса. Мокрое и сухое тушение, достоинства и недостатки. Схема УСТК. Аэродинамика УСТК.

14. Энерготехнологическое комбинирование с использованием ВЭР методической нагревательной печи. Схема, анализ.

15. Энерготехнологическое комбинирование с использованием ВЭР мартеновской печи. Схема, анализ.

16. Энерготехнологическое комбинирование с использованием ВЭР доменной печи. Схема, анализ.

17. Энерготехнологическое комбинирование с использованием ВЭР кислородного конвертора. Схема, анализ.

18. Оценка эффективности использования ВЭР в металлургическом производстве.

Пример экзаменационного билета

БИЛЕТ №1

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Уровень высшего профессионального образования:

магистратура

Направление подготовки (специальность):

22.04.02.

Профиль (магистерская программа, специализация):

Промышленная теплотехника

Семестр:

3 (4)

Учебная дисциплина:

Альтернативные источники энергии

БИЛЕТ № 1

1. Понятие «Вторичные энергетические ресурсы» (ВЭР). Классификация ВЭР.
2. Использование физической теплоты отходящих газов для подогрева компонентов горения в регенераторах. Типы камер. Типы насадок. Достоинства и недостатки регенераторов.
3. Тепловые процессы в регенераторах. Параметры работы. Проектный расчет регенератора.

Утверждено на заседании кафедры

Технической теплофизики

(наименование кафедры полностью)

Протокол
Зав. кафедрой

№ от

Бирюков А.Б.

(подпись)

(Ф.И.О.)

Экзаменатор

Гнитиёв П.А.

(подпись)

(Ф.И.О.)

4.3 Критерии оценивания

В каждом билете содержится три вопроса. Вопросам присваиваются следующие весовые коэффициенты: 0,33; 0,33 и 0,34. Сумма весовых коэффициентов равна единице.

Ответ на каждое задание оценивается по 100-балльной шкале.

В случае ответа на вопрос 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).

Итоговая оценка за экзамен рассчитывается как сумма произведений оценок за каждый вопрос на их весовой коэффициент.

Пример расчета итоговой оценки по экзамену.

В билете имеется три задания с весовыми коэффициентами 0,33, 0,33 и 0,34. Пусть оценки за каждое задание по 100-балльной шкале составили: 90, 70 и 92, соответственно. Тогда итоговая оценка по экзамену составляет:

$$0,33 \cdot 90 + 0,33 \cdot 70 + 0,33 \cdot 92 = 83,16 \approx 83 \text{ балла.}$$

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по национальной шкале и шкале ESTS.

Текущий контроль знаний студента **очной** формы обучения осуществляется по результатам **текущей работы**. Текущая работа подразделяется на текущую аудиторную работу и текущую самостоятельную работу. **Текущая аудиторная работа** предполагает текущий контроль знаний студента по результатам учебных занятий. Объектами текущего контроля являются: посещаемость аудиторных учебных занятий; работа на занятиях; текущий опрос. **Текущая самостоятельная работа** студента обучения предполагает выполнение задания (контрольной работы) в соответствии с методическими рекомендациями.

Показатель	Максимальное количество баллов
Текущая аудиторная работа:	
– посещаемость аудиторных учебных занятий (за все занятия)	30
– работа на занятиях (за все занятия)	30
– текущий опрос (за все опросы)	30
Текущая самостоятельная работа	
– задание (контрольная работа)	10

Текущий контроль знаний студента **заочной** формы обучения осуществляется по результатам **текущей работы**. Текущая работа включает в себя текущую самостоятельную работу. **Текущая самостоятельная работа** студента обучения предполагает выполнение задания (контрольной работы) в соответствии с методическими рекомендациями.

Показатель	Максимальное количество баллов
Текущая самостоятельная работа	
– задание (контрольная работа)	100

Промежуточная аттестация студентов **очной и заочной** форм обучения осуществляется в форме экзамена: в экзаменационном билете предусмотрено два теоретических задания и задача.

Промежуточная аттестация	Максимальное количество баллов
– теоретический вопрос (за каждый вопрос)	40
– задача	20

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной 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	
60-69	E	удовлетворительно
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 допущен». Студентам, которые были допущены к сдаче экзамена, но не явились на него, в ведомости ставится запись «Не явился».

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

На примере темы «Вторичные энергоресурсы и энергокомбинирование»

1. Какие ВЭР имеются в доменном производстве? Какие доли занимает каждый источник?
2. Что представляет собой комплексная схема использования ВЭР доменного газа?
3. Особенности использования доменного газа в качестве топлива.
4. Особенности использования избыточного давления доменного газа.
5. Принцип работы газовых утилизационных бескомпрессорных турбин.
6. Какие группы ГУБТ в зависимости от способа подогрева доменного газа существуют?
7. Особенности использования физической теплоты доменного газа.
8. Особенности использования теплоты чугуна и шлака доменного производства.
9. Водяное и воздушное гранулирование шлака. Преимущества, недостатки.
10. Особенности использования теплоты охладителя элементов конструкции доменной печи. Преимущества, недостатки использования полученной теплоты в паросиловых установках.

11. Особенности использования теплоты отходящих газов доменных воздуходувателей.
12. Какие ВЭР могут быть получены и использованы при производстве стали в кислородных конверторах?
13. Особенности использования теплоты чугуна и шлака конверторного производства.
14. Использование конвертерного газа для производства пара, а также в качестве топлива.
15. Достоинства установки по использованию теплоты охлаждения кессона.
16. Какие способы использования теплоты отходящих газов в прокатном производстве?
17. Особенности использования теплоты охлаждения элементов конструкции нагревательных печей.

4.5 Курсовое проектирование

Курсовая работа не предусмотрена

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I. Основная литература

1. Стоянов, Н. И. Использование вторичных энергоресурсов и возобновляемых источников энергии. Энергоаудит : учебное пособие (курс лекций) / Н. И. Стоянов, С. С. Смирнов, А. В. Смирнова. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2019. — 121 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92693.html>

II. Дополнительная литература

2. Полулях, Л. А. Вторичные энергоресурсы и энергосбережение : курс лекций для магистерской программы «Логистика технологических процессов и производств» / Л. А. Полулях, А. Ю. Терехова. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2020. — 82 с. — ISBN 978-5-907227-32-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116928.html>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

3. Конспект лекций по дисциплине «Вторичные энергоресурсы и энергокомбинирование» [Электронный ресурс] : для студентов очной и заочной формы обучения направления подготовки 22.04.02 «Металлургия» магистерской программы «Промышленная теплотехника» / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. технической теплофизики ; сост.: Ю. Л. Курбатов, А. Б. Бирюков, П. А. Гнитиёв, Т. Г.

Олешкевич. – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2019. – Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).

4. Методические указания к индивидуальным занятиям по дисциплине «Вторичные энергоресурсы и энергокомбинирование» [Электронный ресурс] : для студентов очной и заочной формы обучения направления подготовки 22.04.02 «Металлургия» магистерской программы «Промышленная теплотехника» / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. технической теплофизики ; сост.: Ю. Л. Курбатов, А. Б. Бирюков, П. А. Гнитиёв, Т. Г. Олешкевич. – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2019. – Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).

5. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Вторичные энергоресурсы и энергокомбинирование» [Электронный ресурс] : для студентов очной и заочной формы обучения направления подготовки 22.04.02 «Металлургия» магистерской программы «Промышленная теплотехника» / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. технической теплофизики ; сост.: Ю. Л. Курбатов, А. Б. Бирюков, П. А. Гнитиёв, Т. Г. Олешкевич. – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2019. – Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).

6. Методические указания для выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Вторичные энергоресурсы и энергокомбинирование» [Электронный ресурс] : для студентов очной и заочной формы обучения направления подготовки 22.04.02 «Металлургия» магистерской программы «Промышленная теплотехника» / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. технической теплофизики ; сост.: Ю. Л. Курбатов, А. Б. Бирюков, П. А. Гнитиёв, Т. Г. Олешкевич. – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : 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 №5.152 учебный корпус 5 для проведения занятий лекционного типа. (Компьютер, операционная система Linux Ubuntu 18.04, LibreOffice 5.3.4; 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).

2. Учебная аудитория №5.152 учебный корпус 5 для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. (Компьютер, операционная система Linux Ubuntu 18.04, LibreOffice 5.3.4; 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.