

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Устойчивое развитие в энергетике и промышленности

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЭНЕРГОЕМКИХ ПРОИЗВОДСТВ

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.01 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 1 семестр - 5; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 180 часов |
| Лекции | 1 семестр - 32 часа; |
| Практические занятия | 1 семестр - 32 часа; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | 1 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 1 семестр - 113,5 часов; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: | |
| Расчетное задание | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 1 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

| | | |
|--|--|----------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Попов С.К. |
| | Идентификатор | R7e4207b7-RopovSK-0280b823 |

С.К. Попов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

| | | |
|--|--|-----------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Злывко О.В. |
| | Идентификатор | Ra785d4c7-ZlyvkoOV-49c1f249 |

О.В. Злывко

Заведующий выпускающей
кафедрой

| | | |
|--|--|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Рогалев А.Н. |
| | Идентификатор | Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b |

А.Н. Рогалев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение теплотехники и оборудования энергоемких производств для последующего использования этих знаний в профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины

- формирование знаний о теплотехнологических процессах и теплотехническом оборудовании при производстве продуктов в черной и цветной металлургии, промышленности строительных материалов, других отраслях промышленного производства;

- формирование знаний о методах теплотехнического расчета элементов оборудования, о направлениях совершенствования энергоиспользования в действующих системах промышленного производства.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--|---|---|
| ПК-2 Способен осуществлять разработку, модернизацию объектов теплоэнергетики и теплотехники, в том числе с учетом критериев концепции устойчивого развития | ИД-1 _{ПК-2} Выполняет разработку конструкторских и технологических решений объектов теплоэнергетики и теплотехники | знать: - Классификацию и области применения топливно-энергетических ресурсов, правовые, технические, экономические, экологические основы энергосбережения (ресурсосбережения); - Законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам. уметь: - Рассчитывать и анализировать процессы тепломассопереноса в элементах теплотехнологических установок; - Оценивать потенциал энерго- и ресурсосбережения на объекте деятельности за счет проведения ресурсосберегающих мероприятий. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Устойчивое развитие в энергетике и промышленности (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания | | |
|-------|---|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|---|---|
| | | | | Контактная работа | | | | | | СР | | | | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | | | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | | |
| 1 | Теплотехника и оборудование черной металлургии | 40 | 1 | 8 | - | 12 | - | - | - | - | - | 20 | - | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Теплотехника и оборудование черной металлургии"</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Получение исходных данных. Выполнение расчетного задания №1</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], ч. II, гл. 1-6, стр. 31–61, стр.191–206, 250–260, 274–285, 302 [2], стр. 30–36 [3], гл. 7</p> | | |
| 1.1 | Технологическая схема подготовки исходных материалов для доменной плавки. Теплотехника и оборудование производства чугуна. Теплотехника и оборудование производства стали | 20 | | 4 | - | 6 | - | - | - | - | - | - | 10 | | - | |
| 1.2 | Нагревательные и термические печи черной металлургии | 20 | | 4 | - | 6 | - | - | - | - | - | - | 10 | | - | |
| 2 | Теплотехника и оборудование цветной металлургии | 36 | | 8 | - | 8 | - | - | - | - | - | - | 20 | | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Теплотехника и оборудование цветной металлургии"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Теплотехника и оборудование цветной металлургии"</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Получение исходных данных. Выполнение расчетного задания №2</p> |
| 2.1 | Теплотехнология получения меди. Конструкция оборудования | 18 | | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | | - | |
| 2.2 | Материальный баланс процесса плавки концентрата на штейн | 18 | | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | | - | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|
| | | | | | | | | | | | | | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], гл. 2 [7], 112-116 [9], раздел 1 |
| 3 | Теплотехника и оборудование производства стекла. | 35 | 8 | - | 7 | - | - | - | - | - | 20 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Теплотехника и оборудование производства стекла." |
| 3.1 | Технологические системы и процессы производства стекла. Конструкция стекловаренных печей | 18 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Теплотехника и оборудование производства стекла." |
| 3.2 | Конструктивный расчет стекловаренной печи. Материальный баланс стекловаренного процесса. Энергосберегающие мероприятия в теплотехнологии стекловарения | 17 | 4 | - | 3 | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Получение исходных данных. Выполнение расчетного задания №3 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], гл. 1 [8], §4.5 [10], гл. 1 |
| 4 | Теплотехнические расчеты оборудования энергоемких производств | 33 | 8 | - | 5 | - | - | - | - | - | 20 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Теплотехнические расчеты оборудования энергоемких производств" |
| 4.1 | Регенеративные теплообменники в энергоемких производствах. Тепловой расчет регенератора. Повышение эффективности использования регенераторов | 17 | 4 | - | 3 | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Проведение исследований:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы: <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Теплотехнические расчеты оборудования энергоемких производств" |
| 4.2 | Испарительное охлаждение и | 16 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Получение исходных данных. Выполнение расчетного задания №4 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------|----|---|----|---|---|---|---|-----|----|-------|---|
| | гарнисажное ограждение в высокотемпературных установках. Расчет системы испарительного охлаждения. Расчет образования гарнисажа | | | | | | | | | | | | <i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [4], с. 94–98 [8], §9.3.4 (с. 255 – 258). [11], гл. 7 |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 180.0 | 32 | - | 32 | - | 2 | - | - | 0.5 | 80 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 180.0 | 32 | - | 32 | | 2 | | - | 0.5 | | 113.5 | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Теплотехника и оборудование черной металлургии

1.1. Технологическая схема подготовки исходных материалов для доменной плавки. Теплотехника и оборудование производства чугуна. Теплотехника и оборудование производства стали

Структура дисциплины. Структура металлургического завода с полным производственным циклом. Технологическая схема подготовки исходных материалов для доменной плавки: – Железные руды и флюсы. Обогащение. Агломерация. – Схема коксохимического производства. Продукты коксохимического производства. – Кокс, коксовый газ. Использование теплоты продуктов. Теплотехника и оборудование производства чугуна: – Схема доменного производства. Материальный и тепловой балансы доменной плавки. – Воздухонагреватели и нагрев дутья. Очистка доменного газа. Газовые утилизационные бескомпрессорные турбины. Способы внедоменного (бескоксового) получения железа. Примеры установок твердофазного и жидкофазного восстановления. Теплотехника и оборудование производства стали: – Физико-химические основы процессов производства стали. Способы производства стали. – Конвертерные процессы. Охлаждение, очистка и использование конвертерных газов. – Электросталеплавильное производство. Мартеновское производство. – Разливка стали. – Энергосберегающие мероприятия в производстве стали..

1.2. Нагревательные и термические печи черной металлургии

Технологические схемы нагрева металла под прокатку. Конструктивные схемы нагревательных печей. Тепловой баланс нагревательной печи. Конструктивные схемы термических печей. Тепловой баланс камерной термической печи. Энергосберегающие мероприятия в колпаковых печах.

2. Теплотехника и оборудование цветной металлургии

2.1. Теплотехнология получения меди. Конструкция оборудования

Структура теплотехнологического комплекса производства меди. Основные минералы в медесодержащих рудах. Химический и минералогический состав руд. Физико-химические основы переработки сульфидных медесодержащих руд. Теплотехника и оборудование стадий обжига, штейнообразования, конвертирования, огневого рафинирования. Электролитическое рафинирование меди. Автогенные процессы. Взвешенная плавка и плавка в расплаве. Характеристики основного оборудования..

2.2. Материальный баланс процесса плавки концентрата на штейн

Определение минералогического и фазового состава концентрата. Определение удельного выхода и состава штейна. Определение удельного выхода и состава шлака. Определение удельного расхода кислорода на процесс окисления. Определение удельного выхода диоксида серы. Составление материального баланса процесса плавки концентрата.

3. Теплотехника и оборудование производства стекла.

3.1. Технологические системы и процессы производства стекла. Конструкция стекловаренных печей

Технологические системы производства стеклоизделий. Технологические процессы в стекловаренной печи. Конструктивные схемы стекловаренных печей. Конструктивные особенности стекловаренных печей.

3.2. Конструктивный расчет стекловаренной печи. Материальный баланс стекловаренного процесса. Энергосберегающие мероприятия в теплотехнологии стекловарения

Конструктивный расчет стекловаренной печи. Материальный баланс стекловаренного процесса. Тепловой баланс стекловаренной печи. Энергосберегающие мероприятия в теплотехнологии стекловарения.

4. Теплотехнические расчеты оборудования энергоемких производств

4.1. Регенеративные теплообменники в энергоемких производствах. Тепловой расчет регенератора. Повышение эффективности использования регенераторов

Регенеративные теплообменники в энергоемких производствах. Тепловой расчет регенератора. Повышение эффективности использования регенераторов.

4.2. Испарительное охлаждение и гарнисажное ограждение в высокотемпературных установках. Расчет системы испарительного охлаждения. Расчет образования гарнисажа

Испарительное охлаждение и гарнисажное ограждение в высокотемпературных установках. Расчет системы испарительного охлаждения. Расчет образования гарнисажа.

3.3. Темы практических занятий

1. Структура материального баланса доменного процесса. Структура теплового баланса доменной печи. Структура материального и теплового балансов кислородно-конвертерного процессов производства стали.;

2. Структура материального баланса стекловаренного процесса. Структура теплового баланса стекловаренной печи. Эндотермические эффекты в процессе стекловарения. Расчет удельной теплоты эндотермических реакций.;

3. Использование регенеративных теплообменников в энергоемких производствах. Разновидности конструктивных схем регенераторов. Алгоритм инженерного расчета регенератора.;

4. Постановка и алгоритм решения задачи расчета состава многокомпонентной шихты. Выполнение расчетного задания №3 «Материальный баланс стекловаренного процесса».;

5. Использование испарительного охлаждения и гарнисажного ограждения в энергоемких производствах. Алгоритм расчета системы испарительного охлаждения с естественной циркуляцией. Математическое моделирование процесса образования гарнисажа. Выполнение расчетного задания №4 «Тепловой расчет регенератора».;

6. Определение удельного выхода и состава шлака, удельного расхода кислорода на процесс окисления. Определение удельного выхода диоксида серы. Выполнение расчетного задания №2 «Материальный баланс процесса плавки концентрата на штейн».;

7. Структура материальных потоков в теплотехнологическом комплексе производства меди. Алгоритмы определения минералогического и фазового состава концентрата, удельного выхода и состава штейна.;

8. Процессы при нагреве металла. Расчет процесса окалинообразования. Структура теплового баланса нагревательной печи непрерывного действия и камерной термической печи периодического действия. Выполнение расчетного задания №1 «Анализ тепловой схемы колпаковой печи»..

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теплотехника и оборудование черной металлургии"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теплотехника и оборудование цветной металлургии"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теплотехника и оборудование производства стекла."
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теплотехнические расчеты оборудования энергоемких производств"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|--|------------------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Знать: | | | | | | |
| Законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам | ИД-1ПК-2 | + | | | | Расчетное задание/КМ-1. Расчетное задание №1 «Анализ тепловой схемы колпаковой печи» |
| Классификацию и области применения топливно-энергетических ресурсов, правовые, технические, экономические, экологические основы энергосбережения (ресурсосбережения) | ИД-1ПК-2 | | + | | | Расчетное задание/КМ-2. Расчетное задание №2 «Материальный баланс процесса плавки концентрата на штейн» |
| Уметь: | | | | | | |
| Оценивать потенциал энерго- и ресурсосбережения на объекте деятельности за счет проведения ресурсосберегающих мероприятий | ИД-1ПК-2 | | | + | | Расчетное задание/КМ-3. Расчетное задание №3 «Материальный баланс стекловаренного процесса» |
| Рассчитывать и анализировать процессы тепломассопереноса в элементах теплотехнологических установок | ИД-1ПК-2 | | | | + | Расчетное задание/КМ-4. Расчетное задание №4 «Тепловой расчет регенератора» |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1. Расчетное задание №1 «Анализ тепловой схемы колпаковой печи» (Расчетное задание)
2. КМ-2. Расчетное задание №2 «Материальный баланс процесса плавки концентрата на штейн» (Расчетное задание)
3. КМ-3. Расчетное задание №3 «Материальный баланс стекловаренного процесса» (Расчетное задание)
4. КМ-4. Расчетное задание №4 «Тепловой расчет регенератора» (Расчетное задание)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносится оценка за 1 семестр.

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Воскобойников, В. Г. Общая металлургия : Учебник для вузов по направлению "Металлургия" / В. Г. Воскобойников, В. А. Кудрин, А. М. Якушев. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Академкнига, 2002. – 768 с. – ISBN 5-946280-62-7.;
2. Юсфин, Ю. С. Новые процессы получения металла (металлургия железа) : Учебник для вузов по направлению "Металлургия", и специальности "Металлургия черных металлов" / Ю. С. Юсфин, Н. Ф. Гиммельфарб, Н. Ф. Пашков. – М. : Металлургия, 1994. – 320 с. : 4000.00.;
3. Уткин, Н. И. Производство цветных металлов / Н. И. Уткин. – М. : Интермет Инжиниринг, 2000. – 442 с. – ISBN 5-89594-030-7 : 75.00.;
4. Лебедев, П. Д. Теплообменные, сушильные и холодильные установки : учебник для энергетических вузов и факультетов / П. Д. Лебедев. – М-Л : Энергия, 1966. – 288 с.;
5. Попов, С. К. Теплотехнические расчеты промышленных процессов и установок : учебное пособие по курсам "Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки", "Основы теплотехнологии энергоемких производств" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / С. К. Попов, П. А. Стогов, А. А. Валинеева, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – Москва : Изд-во МЭИ, 2020. – 152 с. – ISBN 978-5-7046-2244-4.
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=11170>;
6. Топливные печи промышленных предприятий : учебное пособие по дисциплине "Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / С. К. Попов, П. А. Стогов, И. Н. Свистунов, [и др.], Нац.

исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – Москва : Изд-во МЭИ, 2023. – 220 с. – Авторы указаны на обороте тит. л. – ISBN 978-5-7046-2752-4.

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=12478>;

7. Данилов О. Л., Гаряев А. Б., Яковлев И. В., Клименко А. В.- "Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2010 - (424 с.)

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72344;

8. Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки : Учебник для вузов по специальности "Промышленная теплоэнергетика" / Ред. А. Д. Ключников. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 336 с.;

9. Морозов, И. П. Расчет тепловых схем установок при переработке сульфидных концентратов : методическое пособие по курсу "Теплотехнологические комплексы и безотходные системы" по направлению "Теплоэнергетика" / И. П. Морозов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Издательский дом МЭИ, 2009. – 36 с.

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=771>;

10. Попов, С. К. Решение задач высокотемпературной теплотехнологии в среде MathCAD : учебное пособие по курсам "Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки", "Источники энергии теплотехнологии" по направлению "Теплоэнергетика" / С. К. Попов, В. А. Ипполитов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Издательский дом МЭИ, 2009. – 96 с. – ISBN 978-5-383-00411-1.

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=778>;

11. Троянкин, Ю. В. Проектирование и эксплуатация высокотемпературных технологических установок : Учебное пособие для вузов по специальностям 100700 "Промышленная теплоэнергетика" и 100800 "Энергетика теплотехнологии" направления 650800 "Теплоэнергетика" / Ю. В. Троянкин. – М. : Изд-во МЭИ, 2002. – 324 с. – ISBN 5-7046-0773-X..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elibr.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|--------------------------------------|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ш-206, Лекционная аудитория | стол преподавателя, стол компьютерный, вешалка для одежды, тумба, мультимедийный проектор, указка лазерная, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, инструменты для |

| | | |
|--|---|---|
| | | практических занятий |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Ш-205, Компьютерный класс | стол преподавателя, стол компьютерный, тумба, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, инструменты для практических занятий |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Ш-205, Компьютерный класс | стол преподавателя, стол компьютерный, тумба, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, инструменты для практических занятий |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-303, Лекционная аудитория | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования | Ш-206, Лекционная аудитория | стол преподавателя, стол компьютерный, вешалка для одежды, тумба, мультимедийный проектор, указка лазерная, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, инструменты для практических занятий |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Ш-107/2, Склад учебного инвентаря Ш-107/2 | |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Технология и оборудование энергоемких производств**

(название дисциплины)

1 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 КМ-1. Расчетное задание №1 «Анализ тепловой схемы колпаковой печи» (Расчетное задание)
- КМ-2 КМ-2. Расчетное задание №2 «Материальный баланс процесса плавки концентрата на штейн» (Расчетное задание)
- КМ-3 КМ-3. Расчетное задание №3 «Материальный баланс стекловаренного процесса» (Расчетное задание)
- КМ-4 КМ-4. Расчетное задание №4 «Тепловой расчет регенератора» (Расчетное задание)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 3 | 7 | 11 | 15 |
| 1 | Теплотехника и оборудование черной металлургии | | | | | |
| 1.1 | Технологическая схема подготовки исходных материалов для доменной плавки. Теплотехника и оборудование производства чугуна. Теплотехника и оборудование производства стали | | + | | | |
| 1.2 | Нагревательные и термические печи черной металлургии | | + | | | |
| 2 | Теплотехника и оборудование цветной металлургии | | | | | |
| 2.1 | Теплотехнология получения меди. Конструкция оборудования | | | + | | |
| 2.2 | Материальный баланс процесса плавки концентрата на штейн | | | + | | |
| 3 | Теплотехника и оборудование производства стекла. | | | | | |
| 3.1 | Технологические системы и процессы производства стекла. Конструкция стекловаренных печей | | | | + | |
| 3.2 | Конструктивный расчет стекловаренной печи. Материальный баланс стекловаренного процесса. Энергосберегающие мероприятия в теплотехнологии стекловарения | | | | + | |
| 4 | Теплотехнические расчеты оборудования энергоемких производств | | | | | |
| 4.1 | Регенеративные теплообменники в энергоемких производствах. Тепловой расчет регенератора. Повышение эффективности использования регенераторов | | | | | + |

| | | | | | |
|------------|--|----|----|----|----|
| 4.2 | Испарительное охлаждение и гарнисажное ограждение в высокотемпературных установках. Расчет системы испарительного охлаждения. Расчет образования гарнисажа | | | | + |
| Вес КМ, %: | | 25 | 25 | 25 | 25 |