



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ И  
ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЯХ***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетике и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	5

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем 11.02.2020, протокол № 4

Зав. кафедрой  Е.Б. Агапитов


Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС 26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:  
профессор кафедры ТиЭС, д-р. техн. наук

 С.В. Картавец

Рецензент:  
зам.начальника ЦЭСТ ПАО "ММК", канд. техн.наук

 В.Н. Михайловский



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ И  
ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЯХ***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	5

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем  
11.02.2020, протокол № 4

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель \_\_\_\_\_ С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:  
профессор кафедры ТиЭС, д-р техн. наук \_\_\_\_\_ С.В.  
Картавец

Рецензент:  
зам.нач. ЦЭСТ ПАО "ММК" , канд. техн. наук \_\_\_\_\_ В.Н.  
Михайловский

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

-ознакомление студентов с объемом и эффективностью энергопотребления, энергоиспользования и энергосбережения в отраслях топливно-энергетического комплекса и в промышленных отраслях;

- изучение объемов и уровня эффективности использования всех видов энергоносителей в энергетике и технологии;

-изучение основных направлений эффективного использования топлива и энергии в топливно-энергетическом комплексе и на промышленных предприятиях;

-изучение основ создания безотходных и энергосберегающих теплотехнологических процессов, комплексов и установок;

- изучение теоретических основ и оборудования высокотемпературных процессов и установок, основ методов их расчета.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Техническая термодинамика

Гидрогазодинамика

Тепломассообмен

Топливо и основы теории горения

Источники и системы теплоснабжения

Котельные установки и парогенераторы

Тепломассообменное оборудование предприятий

Технологические энергоносители предприятий

Высокотемпературные процессы и установки

Тепловые электрические станции

Вторичные энергоресурсы промышленных предприятий

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен к сбору, обработке, анализу и обобщению результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний
ПК-3.2	Подготавливает предложения для составления планов и методических программ экспериментальных исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов
ПК-3.1	Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 14,9 акад. часов;
- аудиторная – 12 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,9 акад. часов
- в форме практической подготовки – 2 акад. часа;
- самостоятельная работа – 120,4 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Энергосбережение в теплотехнологиях	в							
1.1 Общие сведения об энергосбережении. Понятие теплотехнологии. Множество теплотехнологий. Первичная диагностика энергоиспользования. Энергоемкость и теплопотребление. Теплотехнология металлургического производства	5	0,24			4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1.	Конспект лекций.	ПК-3.1, ПК-3.2
1.2 Основная технологическая задача черной металлургии и варианты ее решения. Общая технологическая схема. Структурная схема комплекса. Температурно-тепловой график теплотехнологии черной металлургии		0,24	0,4/0,2И	0,4/0,4И	4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1. Подготовка к лабораторным работам.	Конспект лекций. Отчет по лабораторным работам.	ПК-3.1, ПК-3.2
1.3 Теплотехнология производства агломерата и окатышей. Обжигмагнитное обогащение сидеритов. Теплотехнология производства кокса. Методы интенсивного энергосбережения. Охлаждение железорудными материалами и карбонатами.		0,24	0,4/0,2И	0,4/0,4И	4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторным работам. Приложение 1.	Конспект лекций. Отчет по лабораторным работам. Сдача ИДЗ.	ПК-3.1, ПК-3.2

1.4	Теплотехнология доменного производства. Процессы Мидрекс и Ромелт. Методы интенсивного энергосбережения. Прямое жидкофазное восстановление железа. СВС и ЭХА		0,24	0,4/0,2И	0,4/0,4И	5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторным работам. Приложение 1.	Конспект лекций. Отчет по лабораторным работам. Сдача ИДЗ.	ПК-3.1, ПК-3.2
1.5	Теплотехнология производства стали мартеновской, конвертерной и электростали. Методы интенсивного энергосбережения. Проблема конвертерных газов. Энергохимическая аккумуляция		0,24	0,4/0,2И	0,4/0,4И	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторным работам. Приложение 1.	Конспект лекций. Отчет по лабораторным работам. Сдача ИДЗ.	ПК-3.1, ПК-3.2
1.6	Теплотехнология процессов разливки и кристаллизации стали. Температурно-тепловые графики процессов. Методы интенсивного энергосбережения. Использование теплоты стали и скоростная разливка		0,24	0,4/0,2И	0,4/0,4И	5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторным работам. Подготовка к лабораторным работам. Приложение 1.	Конспект лекций. Отчет по лабораторным работам. Сдача ИДЗ.	ПК-3.1, ПК-3.2
1.7	Теплотехнология прокатного производства стальной полосы. Методы интенсивного энергосбережения. Термохимическая регенерация		0,24	0,4/0,2И	0,4/0,4И	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторным работам. Приложение 1.	Конспект лекций. Отчет по лабораторным работам. Сдача ИДЗ.	ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу		1,68	2,4/1,2И	2,4/2,4И	42				
2. Методология энергосбережения									
2.1	Методология интенсивного энергосбережения. Энергетика тепло-технологии. Промышленные теплотехнологии		0,24			10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1	Конспект лекций. Сдача ИДЗ.	ПК-3.1, ПК-3.2
2.2	Источники энергии и энергоносители	5	0,26	0,4/0,2И	0,4/0,4И	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторным работам. Приложение 1.	Конспект лекций. Отчет по лабораторным работам.	ПК-3.1, ПК-3.2
2.3	Тепловые схемы процессов и аппаратов		0,26			10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1.	Конспект лекций. Сдача ИДЗ.	ПК-3.1, ПК-3.2



2.4 Теплотехнические принципы теплообмена. Безотходные и малоотходные технологии как база энергосбережения		0,26	0,4/0,2И	0,4/0,4И	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторным работам. Приложение 1.	Конспект лекций. Отчет по лабораторным работам.	ПК-3.1, ПК-3.2
2.5 Основы разработки энергоэффективных тепловых схем. Разработка энергосберегающих мероприятий		0,26			8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1.	Конспект лекций.	ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу		1,28	0,8/0,4И	0,8/0,8И	48			
3. Общее энергосбережение								
3.1 Общее энергосбережение. Краткая историческая справка. Общие проблемы и потенциальные возможности энергосбережения. Оценки эффективности использования энергии. Основные характеристики энергоиспользования, энергоемкость промышленной продукции, удельные расходы топлива, электрической энергии и теплоты в топливно-энергетическом комплексе	5	0,26	0,4/0,2И	0,4/0,4И	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторным работам. Приложение 1.	Конспект лекций. Отчет по лабораторным работам.	ПК-3.1, ПК-3.2
3.2 Государственная политика в области повышения эффективности использования энергии. Энергосберегающая политика. Нормативно-правовая и нормативно-техническая база энергосбережения		0,26			10,4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1.	Конспект лекций. Отчет по лабораторным работам.	ПК-3.1, ПК-3.2

<p>3.3 Методы общего энергосбережения. Нормирование потребления энергоресурсов. Анализ энергетических балансов. Эксергетический анализ. Использование ВЭР. Основные направления использования ВЭР, отходящие продукты сгорания: регенеративное использование отходящих газов, внешнее энергетическое использование теплоты отходящих газов, физическая теплота продуктов и отходов: Котлы-утилизаторы. Контактные теплообменники. Утилизация низкопотенциальной теплоты. Справочники и сборники общепромышленных методов энергосбережения</p>	0,26	0,4/0,2И		5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1.	Конспект лекций.	ПК-3.1, ПК-3.2
<p>3.4 Основы энергоаудита объектов теплоэнергетики. Особенности энергоаудита промышленных предприятий; экспресс-аудит; углубленные энергетические обследования; энергетический паспорт; энергобалансы предприятий. Методы энергосбережения при производстве тепловой энергии. Энергосбережение при транспортировке и распределении тепловой энергии</p>	0,26		0,4/0,4И	5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторным работам. Приложение 1.	Конспект лекций. Отчет по лабораторным работам.	ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу	1,04	0,8/0,4И	0,8/0,8И	30,4			
Итого за семестр	4	4/2И	4/4И	120,4		экзамен	
Итого по дисциплине	4	4/2И	4/4И	120,4		экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно - компетентностные технологии. Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. Лекционный материал закрепляется на лабораторных работах, где применяется совместная деятельность студентов в группе, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы. Для развития и совершенствования коммуникативных способностей студентов организуются практические занятия в виде дискуссий, анализа реальных проблемных ситуаций и междисциплинарных связей из различных областей в контексте решаемой задачи. Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, подготовки к дискуссиям, к контрольным работам и тестированию. При организации самостоятельной работы студентов используются электронные версии курса лекций, лабораторного практикума.

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

В процессе изучения дисциплины применяются следующие образовательные технологии:

1. Информационные технологии
2. Работа в команде
3. Case-study-анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений.
4. Междисциплинарное обучение

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Протасевич, А. М. Энергосбережение в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха : учеб. пособие / А.М. Протасевич. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. — 286 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005515-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1013521>

2. Байтасов, Р. Р. Основы энергосбережения : учебное пособие для вузов / Р. Р. Байтасов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-5215-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/14731> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Стрельников, Н. А. Энергосбережение : учебник / Н. А. Стрельников. - Новосибирск : НГТУ, 2014. - 176 с. - (Учебники НГТУ). - ISBN 978-5-7782-2408-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/463715> – Режим

доступа: по подписке.

2. Клевцов, А. В. Основы рационального потребления электроэнергии : учебное пособие / А. В. Клевцов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 232 с. - ISBN 978-5-9729-0406-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168510> – Режим доступа: по подписке.

3. Энергосберегающие технологии в промышленности : учебное пособие / А.М. Афонин, Ю.Н. Царегородцев, А.М. Петрова, С.А. Петрова. — 2-е изд. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 271 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-721-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1043137>

#### **в) Методические указания:**

1. Картавцев С.В., Нешпоренко Е.Г. Расчеты энергоемкости продукции металлургии-ческих установок и систем, использующих тепло: / С.В. Картавцев., Е.Г. Нешпоренко. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. Гос. Техн. Ун-та им. Г.И. Носова, 2017. – 71 с.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно

##### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике	<a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный концорциум» (НП НЭИКОН)	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ:

лаборатория энергосбережения: комплект лабораторных стендов по энергосбережению, ВИЭ; стабилизатор СТ-80, вентиляторы и электропечи трансформаторы; пылесос.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: - доска, мел.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся:

- персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:

- стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования, инструменты для ремонта лабораторного оборудования

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

### 6.1. Перечень вопросов для самостоятельной проработки по темам учебной программы

*Тема 1.1.* Энергопотребление и энергоиспользование в энергетике. Удельные расходы топлива и энергии в ТЭЖ.

*Тема 1.2.* Энергопотребление и энергоиспользование в промышленности. Структура энергопотребления в промышленности по отраслям.

*Тема 1.3.* Удельные расходы топлива и энергии на производство промышленной продукции. *Тема 1.4.* Основные направления рационального энергоиспользования. Энергосбережение в технологии. энергодолансы предприятий;

*Тема 1.5.* Общие сведения об энергосбережении. Общие проблемы энергосбережения на современном этапе

*Тема 1.6.* Энергосбережение в топливно-энергетическом комплексе. Энергосбережение в электроэнергетике.

*Тема 1.7.* Энергоиспользование и ВЭР. Классификация ВЭР. Основные направления использования. Вторичные энергоресурсы черной и цветной металлургии. Источники и потенциалы ВЭР черной металлургии

*Тема 2.1.* Метод предельного энергосбережения. Методология интенсивного энергосбережения. Критерии энергетической оптимизации. Энергосберегающая технология, энергосберегающие тепловые схемы и оборудование

*Тема 2.2.* Энергопотребление и энергоиспользование в металлургии. Энергоемкость металла.

*Тема 2.3.* Теплотехнология производства стали. Расчет энергоемкости и теплотребления стали.

*Тема 2.4.* Теплотехнология литейно-прокатного производства. Расчет энергоемкости и теплотребления проката.

*Тема 2.5.* Основные направления совершенствования действующих технологических процессов в металлургии.

*Тема 3.1.* Теплообмен в слое дробленых и измельченных материалов. Время нагрева термически тонких тел.

*Тема 3.2.* Время нагрева тел простой формы.

*Тема 3.3.* Время плавления термически тонких тел простой формы.

*Тема 3.4.* Основы энергоаудита объектов теплоэнергетики.

### 6.2. Домашнее самостоятельное индивидуальное задание

Оценить Энергоемкость и теплотребление теплотехнологии черной металлургии:

ИДЗ 1. Энергоемкость и теплотребление производства окатышей  
Температура схода окатышей с ленты 200 – 400 °С  
Сквозной коэффициент расхода на конечный лист 0,75 кг /кг Листа

ИДЗ 2. Энергоемкость и теплотребление производства агломерата  
Температура схода агломерата с ленты 600 – 900 °С  
Сквозной коэффициент расхода на конечный лист 0,75 кг /кг Листа

ИДЗ 3. Энергоемкость и теплотребление производства кокса  
Теплота раскаленного кокса 1000 – 1200°С  
Теплота сгорания коксового газа 16 – 18 МДж/м<sup>3</sup>,  
Выход коксового газа 300 – 350 м<sup>3</sup>/т кокса  
Сквозной коэффициент расхода на конечный лист 0,5 кг /кг Листа

ИДЗ 4. Энергоемкость и теплотребление производства Чугуна  
Теплота шлака при 1500°C, выход шлака 0,3 – 0,5 т/т Чугуна  
Теплота сгорания доменного газа 3,5 – 4,0 МДж/м<sup>3</sup>  
Выход доменного газа 1500 – 1700 м<sup>3</sup>/т чугуна  
Сквозной коэффициент расхода на конечный лист 1,0 кг /кг Листа

ИДЗ 5. Энергоемкость и теплотребление производства Стали  
Теплота конвертерных газов 1600 – 1700°C  
Выход конвертерных газов 60 – 80 м<sup>3</sup>/т стали  
Теплота сгорания конвертерных газов 8 – 10 МДж/м<sup>3</sup>  
Теплота конвертерных шлаков 1600°C  
Выход конвертерных шлаков 150 – 180 кг/т стали  
Сквозной коэффициент расхода на конечный лист 1,0 кг /кг Листа

ИДЗ 6. Энергоемкость и теплотребление разливки Стали  
Теплота охлаждаемой стали 800 – 0°C  
Сквозной коэффициент расхода на конечный лист 1,0 кг /кг Листа

ИДЗ 7. Энергоемкость и теплотребление горячего проката  
Теплота охлаждаемой полосы 1100 – 1000°C  
Сквозной коэффициент расхода на конечный лист 1,0 кг /кг Листа

ИДЗ 8. Энергоемкость и теплотребление холодного проката  
Теплота охлаждаемого термообработанного рулона 300 – 400°C.  
Сквозной коэффициент расхода на конечный лист 1,0 кг /кг Листа

ИДЗ. 9. Сводная картина энергоемкости и теплотребления металлургического производства. Диагностика энергоиспользования.

## 7 Оценочные средства проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<b>ПК-3 - Способен к сбору, обработке, анализу и обобщению результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний</b>		
ПК-3.1	Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований	<p style="text-align: center;"><i>Практические задания</i></p> <p>Оценить Энергоемкость и теплопотребление теплотехнологии черной металлургии на основе отраслевых данных:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Энергоемкость и теплопотребление холодного проката Теплота охлаждаемого термообработанного рулона 300 – 400°С. Сквозной коэффициент расхода на конечный лист 1,0 кг /кг Листа</li> <li>2. Сводная картина энергоемкости и теплопотребления металлургического производства.</li> <li>3. Диагностика энергоиспользования.</li> </ol>
ПК-3.2	Подготавливает предложения для составления планов и методических программ экспериментальных исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов	<p style="text-align: center;"><i>Практические задания</i></p> <p>Методами расчета потоков в сетях энергии, материалов, отходов. Способами первичной диагностики энергоиспользования в многооперационной теплотехнологии. Методологией интенсивного энергосбережения.</p> <p style="text-align: center;"><i>Пример задания:</i></p> <p>Энергоемкость и теплопотребление разлива Стала Теплота охлаждаемой стали 800 – 0°С Сквозной коэффициент расхода на конечный лист 1,0 кг /кг Листа</p>



**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания (экзамен).**

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.