



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИИ**

Направление подготовки

**13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

Профиль программы

**Энергообеспечение предприятий**

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения

Заочная

Институт  
Кафедра  
Курс

Энергетики и автоматизированных систем  
Теплотехнических и энергетических систем  
5

Магнитогорск  
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом МОиН РФ от 01.10.2015 № 1081.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры теплотехнических и энергетических систем «25» сентября 2018 г., протокол № 2.

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем «26» сентября 2018 г., протокол № 1.

Председатель \_\_\_\_\_ / С.И. Лукьянов /

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ТнЭС, д.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ / С.В. Картавец /

Рецензент:

зам. начальника ЦЭСТ ПАО «ММК», к.т.н.

\_\_\_\_\_ / В.Н. Михайловский /



## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины являются:

- 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 подготовки бакалавра**

Дисциплина Б1.В.13 «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения: техническая термодинамика, гидрогазодинамика, тепломассообмен, топливо и основы теории горения, основы трансформации теплоты, источники и системы теплоснабжения, котельные установки и парогенераторы, тепломассообменное оборудование предприятий, нагнетатели и тепловые двигатели, технологические энергоносители предприятий, высокотемпературные процессы и установки, тепловые электрические станции.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при сдаче государственного экзамена и в выпускной квалификационной работе. По своей сути вопросы энергосбережения входят во все виды ВКР и являются неотъемлемой частью доказательства практической значимости работ в области энергетики.

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

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-3 способностью участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам	
Знать	Основные определения и понятия теплотехнологического процесса; Основные правила предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов; Определения предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов
Уметь	Выделять основные стадии теплотехнологического процесса; Обсуждать способы эффективного решения проблем предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов; Приобретать знания в области энергетики теплотехнологий и предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов
Владеть	Практическими навыками использования знаний энергетики теплотехнологии; Методами предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов Способами оценивания значимости и практической пригодности предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов
ПК-9 способностью обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве	
Знать	Основные определения и понятия теплотехнологического процесса; Основные правила соблюдения технологической безопасности на производственных участках; Определения нормируемых процессов на производственных участках
Уметь	Выделять основные стадии теплотехнологического процесса; Обсуждать способы эффективного решения проблем технологической безопасности; Приобретать знания в области энергетики теплотехнологий
Владеть	Практическими навыками использования знаний энергетики теплотехнологии; Методами контроля соблюдения технологической безопасности на производственном участке; Способами оценивания значимости и практической пригодности полу-

	ченных результатов
ПК-10 готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	
Знать	<p>Основные определения и понятия технологических процессов на производстве;</p> <p>Основные методы исследований экологических нарушений на производстве;</p> <p>Основные нормы и правила контроля технологических процессов</p>
Уметь	<p>Выделять основные нормы технологических процессов по уровням значимости;</p> <p>Обсуждать способы эффективного решения проблем технологических процессов;</p> <p>Распознавать эффективные решения в области технологических процессов от неэффективных</p>
Владеть	<p>Методами разработки и осуществления экозащитных мероприятий и мероприятий по энерго-ресурсосбережению на производстве;</p> <p>навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности;</p> <p>Основными методами решения задач в области технологических процессов на производстве</p>

#### 4 Структура и содержание дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы - 144 акад. часа, в том числе:

- контактная работа – 15,5 акад. час.
- аудиторная - 12 акад. час.
- внеаудиторная – 3,5 акад. час.
- самостоятельная работа – 119,8 акад. час.
- в форме практической подготовки – 2 акад. час.
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. час.

Раздел/ тема дисциплины	курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. Занятия	практич. занятия				
1. Раздел. Энергосбережение в теплотехнологиях	5							
Тема 1.1. Общие сведения об энергосбережении. Понятие теплотехнологии. Множество теплотехнологий. Первичная диагностика энергоиспользования. Энергоемкость и теплопотребление. Теплотехнология металлургического производства	5	1		1/ИИ	7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. П.6.1.	Конспект лекций	ПК-3 ПК-9 ПК-10 зув
Тема 1.2. Основная технологическая задача черной металлургии и варианты ее решения. Общая технологическая схема. Структурная схема комплекса. Температурно-тепловой график теплотехнологии черной металлургии.	5	1		1/ИИ	7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. П.6.1.	Конспект лекций.	ПК-3 ПК-9 ПК-10 зув
Тема 1.3. Теплотехнология производства	5	0,5			7	Самостоятельное изучение	Конспект лекций. Сдача	ПК-3

Раздел/ тема дисциплины	курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. Занятия	практич. занятия				
агломерата и окатышей. Обжигмагнитное обогащение сидеритов. Теплотехнология производства кокса. Методы интенсивного энергосбережения. Охлаждение железорудными материалами и карбонатами.						учебной и научной литературы. П.6.1. П. 6.2. ИДЗ 1 и ИДЗ 2.	ИДЗ.	ПК-9 ПК-10 зув
Тема 1.4. Теплотехнология доменного производства. Процессы Мидрекс и Ромелт. Методы интенсивного энергосбережения. Прямое жидкофазное восстановление железа. СВС и ЭХА.	5	0,5			7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. П.6.1. П. 6.2. ИДЗ 3.	Конспект лекций. Сдача ИДЗ.	ПК-3 ПК-9 ПК-10 зув
Тема 1.5. Теплотехнология производства стали мартеновской, конвертерной и электростали. Методы интенсивного энергосбережения. Проблема конвертерных газов. Энергохимическая аккумуляция.	5	0,5			7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. П.6.1. П. 6.2. ИДЗ 4.	Конспект лекций. Сдача ИДЗ.	ПК-3 ПК-9 ПК-10 зув
Тема 1.6. Теплотехнология процессов разливки и кристаллизации стали. Температурно-тепловые графики процессов. Методы интенсивного энергосбережения. Использование теплоты стали и скоростная разливка.	5	0,5			7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. П.6.1. П. 6.2. ИДЗ 5.	Конспект лекций. Сдача ИДЗ.	ПК-3 ПК-9 ПК-10 зув
Тема 1.7. Теплотехнология прокатного производства стальной полосы. Методы интенсивного энергосбережения. Термо-	5				7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. П.6.1. П. 6.2. ИДЗ 6.	Конспект лекций. Сдача ИДЗ.	ПК-3 ПК-9 ПК-10



Раздел/ тема дисциплины	курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. Занятия	практич. занятия				
химическая регенерация.								зуб
<b>Итого по разделу 1.</b>	<b>5</b>	<b>4</b>		<b>2/2И</b>	<b>49</b>			
2. Раздел. Методология энергосбережения	5							
Тема 2.1. Методология интенсивного энергосбережения. Энергетика теплотехнологии. Промышленные теплотехнологии.	5	0,5			8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. П.6.1. П. 6.2. ИДЗ 7.	Конспект лекций. Сдача ИДЗ.	ПК-3 ПК-9 ПК-10 зуб
Тема 2.2. Источники энергии и энергоносители.	5	0,5			8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. П.6.1.	Конспект лекций.	ПК-3 ПК-9 ПК-10 зуб
Тема 2.3. Тепловые схемы процессов и аппаратов	5	0,5		1/1И	8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. П.6.1. 6.2. ИДЗ 8.	Конспект лекций. Сдача ИДЗ.	ПК-3 ПК-9 ПК-10 зуб
Тема 2.4. Теплотехнические принципы теплообмена. Безотходные и малоотходные технологии как база энергосбережения.	5	0,5			8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. П.6.1.	Конспект лекций.	ПК-3 ПК-9 ПК-10 зуб
Тема 2.5. Основы разработки энергоэффективных тепловых схем. Разработка энергосберегающих мероприятий.	5				8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. П.6.1.	Конспект лекций.	ПК-3 ПК-9 ПК-10 зуб
<b>Итого по разделу 2.</b>	<b>5</b>	<b>2</b>		<b>1/1И</b>	<b>40</b>			
3. Раздел. Общее энергосбережение	5							

Раздел/ тема дисциплины	курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. Занятия	практич. занятия				
Тема 3.1. Общее энергосбережение. Краткая историческая справка. Общие проблемы и потенциальные возможности энергосбережения. Оценки эффективности использования энергии. Основные характеристики энергоиспользования, энергоёмкость промышленной продукции, удельные расходы топлива, электрической энергии и теплоты в топливно-энергетическом комплексе.	5	0,5			7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. П.6.1.	Конспект лекций.	ПК-3 ПК-9 ПК-10 зув
Тема 3.2. Государственная политика в области повышения эффективности использования энергии. Энергосберегающая политика. Нормативно-правовая и нормативно-техническая база энергосбережения.	5	0,5			7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. П.6.1. П. 6.2. ИДЗ 9.	Конспект лекций. Сдача ИДЗ.	ПК-3 ПК-9 ПК-10 зув
Тема 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 про-	5	0,5		1/ИИ	7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. П.6.1.	Конспект лекций.	ПК-3 ПК-9 ПК-10 зув

Раздел/ тема дисциплины	курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. Занятия	практич. занятия				
дуктов и отходов: Котлы-утилизаторы. Контактные теплообменники. Утилизация низкопотенциальной теплоты. Справочники и сборники общепромышленных методов энергосбережения.								
Тема 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	5	0,5		8,8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. П.6.1.	Конспект лекций.	ПК-3 ПК-9 ПК-10 зув	
<b>Итого по разделу 3.</b>	<b>5</b>	<b>2</b>		<b>1/1И</b>	<b>29,8</b>			
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>5</b>	<b>8</b>		<b>4/4И</b>	<b>119,8</b>	<b>Промежуточная аттестация - экзамен</b>		

## 5. Образовательные и информационные 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** – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, для чего при проведении отдельных занятий и организации самостоятельной работы студентов используются электронные версии курса лекций и расчетно-графической работы.

2. **Работа в команде** – совместная деятельность студентов в группе при расчетах на практических занятиях, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы.

3. **Case-study**-анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений.

4. **Междисциплинарное обучение** – использование знаний из разных областей и их группировка в контексте решаемой задачи.

Для реализации компетентностного подхода предусматривается использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций работы и прикладных программ по расчету котельного оборудования; ролевых игр и тренингов при эксплуатации котельных установок и парогенераторов) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся, содержанием дисциплины, и в целом в учебном процессе составляет 20 % от аудиторных занятий.

В рамках данной учебной дисциплины предусматриваются встречи и мастер-классы со специалистами энергетических производств и цехов, связанных с эксплуатацией и ремонтом котельного оборудования.

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

- использование электронных демонстрационных материалов;
- организация дискуссий при обсуждении экономичности работы рассматриваемого котельного оборудования в заданных условиях.

В ходе проведения всех практических занятий и лабораторных работ предусматривается использование средств вычислительной техники при выполнении аудиторных и индивидуальных заданий. Кроме того, планируется экскурсия в помещение теплового пункта МГТУ с целью оценки возможности перехода от централизованного теплоснабжения к локальной тепловой сети.

## **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 ТЭК.

*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. энергобалансы 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 теплопотребления стали.

*Тема 2.4.* Теплотехнология литейно-прокатного производства. Расчет энергоемкости и теплопотребления 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 теплопотребление теплотехнологии черной металлургии:

ИДЗ 1. Энергоемкость и теплопотребление 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 теплопотребление 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 теплопотребление 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 разлики 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 для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-3 способностью участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам		
Знать	<p>Основные определения и понятия теплотехнологического процесса;</p> <p>Основные правила предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов;</p> <p>Определения предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Актуальность энергосбережения в России и мире.</li> <li>2. Государственная политика в области повышения эффективности использования энергии.</li> <li>3. Энергосбережение и экология.</li> <li>4. Нормативно-правовая и нормативно-техническая база энергосбережения.</li> <li>5. Основы энергоаудита объектов теплоэнергетики.</li> <li>6. Особенности энергоаудита промышленных предприятий.</li> <li>7. Экспресс-аудит.</li> <li>8. Углубленные энергетические обследования.</li> <li>9. Энергетический паспорт.</li> <li>10. Энергобалансы предприятий.</li> <li>11. Интенсивное энергосбережение.</li> <li>12. Критерии энергетической оптимизации.</li> <li>13. Энергосбережение при производстве и распределении тепловой энергии.</li> <li>14. Энергосбережение в промышленных котельных.</li> <li>15. Рациональное энергоиспользование в системах производства и распределения энергоносителей.</li> <li>16. Особенности энергосбережения в высокотемпературных теплотехнологиях.</li> </ol>
Уметь	<p>Выделять основные стадии теплотехнологического процесса;</p> <p>Обсуждать способы эффективного решения проблем предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов;</p>	<p>Оценить Энергоемкость и теплотребление теплотехнологии черной металлургии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>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</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	Приобретать знания в области энергетики теплотехнологий и предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов	
Владеть	<p>Практическими навыками использования знаний энергетики теплотехнологии;</p> <p>Методами предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов</p> <p>Способами оценивания значимости и практической пригодности предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов</p>	<p>Определять границы объекта теплотехнологии.</p> <p>Анализировать пооперационную структуру многооперационной теплотехнологии.</p> <p>Выполнить первичную диагностику энергоиспользования многооперационной теплотехнологии</p> <p><i>Пример задания:</i></p> <p>Энергоемкость и теплопотребление 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</p>
ПК-9 способностью обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве		
Знать	<p>Основные определения и понятия теплотехнологического процесса;</p> <p>Основные правила соблюдения технологической безопасности на производственных участках;</p> <p>Определения нормируемых процессов на производственных участках</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Энергосбережение в системах отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, сушильных, выпарных, ректификационных установках.</li> <li>2. Энергосбережение при электроснабжении промышленных предприятий, объектов аграрно-промышленного комплекса, жилищно-коммунального хозяйства.</li> <li>3. Энергосбережение в системах освещения.</li> <li>4. Основы безотходных и энергосберегающих технологий. Понятие о безотходной технологии. Безотходная технология и энергосбережение. Принципы безотходной технологии. Показатели безотходности технологических процессов и комбинированных установок</li> <li>5. Энергопотребление и энергоиспользование в энергетике. Удельные расходы</li> </ol>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>топлива и энергии в ТЭЖ.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Энергопотребление и энергоиспользование в промышленности. Структура энергопотребления в промышленности по отраслям.</li> <li>7. Удельные расходы топлива и энергии на производство промышленной продукции. Основные направления рационального энергоиспользования. Энергосбережение в технологии. энергобалансы предприятий;</li> <li>8. Энергоемкость промышленной продукции. Энергоемкость и качество использования в действующей промышленной теплотехнологии. Сравнение расходов топлива и энергоемкости.</li> <li>9. Диагностика энергоиспользования в промышленных теплотехнологиях. Показатели энергоиспользования.</li> <li>10. Расчеты потоков в сетях. Расчеты энергоемкости и теплопотребления в промышленных теплотехнологиях.</li> <li>11. Общие сведения об энергосбережении. Общие проблемы энергосбережения на современном этапе</li> <li>12. Энергосбережение в топливно-энергетическом комплексе. Энергосбережение в электроэнергетике.</li> <li>13. Общая характеристика энергосбережения в промышленности.</li> <li>14. Основные направления энергосбережения в черной металлургии. Источники и потенциалы энергосбережения в черной металлургии</li> <li>15. Основные направления рационального использования топлива и энергии в технологических процессах.</li> <li>16. Энергоиспользование и ВЭР. Классификация ВЭР. Основные направления использования. Вторичные энергоресурсы черной и цветной металлургии. Источники и потенциалы ВЭР черной металлургии</li> </ol>
Уметь	<p>Выделять основные стадии теплотехнологического процесса;</p> <p>Обсуждать способы эффективного решения проблем технологической безопасности;</p>	<p>Оценить Энергоемкость и теплопотребление теплотехнологии черной металлургии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Энергоемкость и теплопотребление производства Чугуна Теплота шлака при 1500°С, 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</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	Приобретать знания в области энергетики теплотехнологий	<p>2. Энергоемкость и теплопотребление производства Стали</p> <p>Теплота конвертерных газов 1600 – 1700°С</p> <p>Выход конвертерных газов 60 – 80 м3/т стали</p> <p>Теплота сгорания конвертерных газов 8 – 10 МДж/м3</p> <p>Теплота конвертерных шлаков 1600°С</p> <p>Выход конвертерных шлаков 150 – 180 кг/т стали</p> <p>Сквозной коэффициент расхода на конечный лист 1,0 кг /кг Листа</p>
Владеть	<p>Практическими навыками использования знаний энергетики теплотехнологии;</p> <p>Методами контроля соблюдения технологической безопасности на производственном участке;</p> <p>Способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов</p>	<p>Методами расчета потоков в сетях энергии, материалов, отходов.</p> <p>Способами первичной диагностики энергоиспользования в многооперационной теплотехнологии.</p> <p>Методологией интенсивного энергосбережения.</p> <p><i>Пример задания:</i></p> <p>Энергоемкость и теплопотребление разливки Стали</p> <p>Теплота охлаждаемой стали 800 – 0°С</p> <p>Сквозной коэффициент расхода на конечный лист 1,0 кг /кг Листа</p>
ПК-10 готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов		
Знать	<p>Основные определения и понятия технологических процессов на производстве;</p> <p>Основные методы исследований экологических нарушений на производстве;</p> <p>Основные нормы и правила контроля технологических процессов</p>	<p>1. Метод предельного энергосбережения. Методология интенсивного энергосбережения. Критерии энергетической оптимизации. Энергосберегающая технология, энергосберегающие тепловые схемы и оборудование</p> <p>2. Энергопотребление и энергоиспользование в металлургии. Энергоемкость металлургической продукции. Расчеты теплопотребления металлургической продукции. Расчеты энергоиспользования в черной металлургии</p> <p>3. Теплотехнология черной металлургии. Основная технологическая задача. Общая технологическая схема. Температурный график теплотехнологии черной металлургии.</p> <p>4. Теплотехнология производства окатышей и агломерата. Теплотехнология</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>производства кокса. Теплотехнология доменного производства. Расчеты энергоемкости и теплопотребления агломерата, окатышей и кокса. Расчет энергоемкости и теплопотребления чугуна.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Теплотехнология производства стали. Расчет энергоемкости и теплопотребления стали.</li> <li>6. Теплотехнология литейно-прокатного производства. Расчет энергоемкости и теплопотребления проката.</li> <li>7. Основные направления совершенствования действующих технологических процессов в металлургии.</li> <li>8. Вводные понятия и термины. Классификация высокотемпературных процессов. Элементарные физико-химические процессы.</li> <li>9. Классификация реакторов и источников энергии. Теплотехнические принципы. Тепловой баланс теплотехнологического реактора.</li> <li>10. Огнеупорные материалы и изделия.</li> <li>11. Пути повышения эффективности использования топлива в ВТУ. Особенности энергосбережения в высокотемпературных теплотехнологиях.</li> <li>12. Теплообмен в слое дробленых и измельченных материалов. Время нагрева термически тонких тел. Время нагрева тел простой формы. Время плавления термически тонких тел простой формы.</li> <li>13. Нагревательные процессы и установки.</li> <li>14. Обжиговые процессы и установки. Схемы, конструкции и показатели работы обжиговых установок.</li> </ol>
Уметь	<p>Выделять основные нормы технологических процессов по уровням значимости;</p> <p>Обсуждать способы эффективного решения проблем технологических процессов;</p> <p>Распознавать эффективные решения в области технологических процессов от</p>	<p>Оценить Энергоемкость и теплопотребление теплотехнологии черной металлургии:</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> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	неэффективных	3. Диагностика энергоиспользования.
Владеть	<p>Методами разработки и осуществления экозащитных мероприятий и мероприятий по энерго-ресурсосбережению на производстве;</p> <p>навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности;</p> <p>Основными методами решения задач в области технологических процессов на производстве</p>	<p>Методами построения потокового графа теплотехнологии. Технологией построения температурно-тепловых графиков процессов. Методами разработки мероприятий интенсивного энергосбережения.</p> <p><i>Пример задания:</i> Энергоемкость и теплопотребление горячего проката Теплота охлаждаемой полосы 1100 – 1000°С Сквозной коэффициент расхода на конечный лист 1,0 кг /кг Листа</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– 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.

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

### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
Стандартные		
Microsoft Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
Microsoft Office 2007	№135 от 17.09.2007	Бессрочно
7Zip	Свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	Свободно распространяемое	бессрочно
Дополнительные		
Microsoft Windows 10 Pro	Д-1227 от 8.10.2018	11.10.2021

1. Федеральный институт промышленной собственности : сайт РОСПАТЕНТА / ФИПС. – Москва : ФИПС, 2009 – . – URL: <http://www1.fips.ru/> – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

2. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) : национальная библиографическая база данных научного цитирования. – Текст: электронный // eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp) – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Академия Google (Google Scholar) : поисковая система : сайт. – URL: <https://scholar.google.ru/> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.
4. Единое окно доступа к информационным ресурсам : электронная библиотека : сайт / ФГАУ ГНИИ ИТТ "ИНФОРМИКА". – Москва, 2005. – . – URL: <http://window.edu.ru/> – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
5. East View Information Services : Электронная база периодических изданий / ООО «ИВИС. – URL: <https://dlib.eastview.com/> – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
6. Российская Государственная библиотека. Каталоги : сайт / Российская государственная библиотека. – Москва : РГБ, 2003 – . URL: <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/> – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. Электронная библиотека МГТУ им. Г. И. Носова. – URL: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход с внешней сети по логину и паролю). – Текст: электронный.
8. Университетская информационная система РОССИЯ : научная электронная библиотека : сайт / НИВЦ ; Экономический факультет МГУ. – Москва : НИВЦ, 1997 – . – URL: <https://uisrussia.msu.ru> – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
9. Web of science : Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://webofscience.com> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
10. Scopus : Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://scopus.com> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
11. Springer Journals : Международная база полнотекстовых журналов : сайт. – URL: <http://link.springer.com/> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
12. Springer Protocols : Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний : сайт. – URL: <http://www.springerprotocols.com/> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
13. SpringerMaterials : Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга : сайт. – URL: <http://materials.springer.com/> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
14. Springer Reference : Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний: сайт. – URL: <http://www.springer.com/references> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
15. zbMATH : Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике : сайт. – URL: <http://zbmath.org/> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
16. Springer Nature : Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий : сайт. – URL: <https://www.nature.com/siteindex> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.
17. Архив научных журналов : сайт / Национальный электронно-информационный консорциум. – Москва : НЭИКОН, 2013 – . – URL: <https://archive.neicon.ru/xmlui/> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
18. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

19. РУКОНТ : национальный цифровой ресурс : межотраслевая электронная библиотека : сайт / консорциум «КОТЕКСТУМ». – Сколково, 2010 – . – URL: <https://rucont.ru> – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях» предусмотрены следующие виды занятий: лекционные, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа, консультации (столбец ВНКР), эк-замен.

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
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