

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 13.06.01. Электро - и теплотехника

Направленность (специальность) 05.14.04 Промышленная теплоэнергетика

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Анализ и оптимизация энергобалансов теплоэнергетических систем»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.4.2

Всего: 108 часов

Семестр 7, в том числе      6 часов – контактная работа,  
84 часов – самостоятельная работа,  
18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника, утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 878, и паспорта специальности 05.14.04. Промышленная теплоэнергетика, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

## **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Целью дисциплины является** изучение методов анализа и оптимизации энергобалансов, оптимизации структуры теплоэнергетической системы промышленного предприятия, а также анализ энергетических и эксергетических балансов различного назначения и вида, с целью качественной и количественной оценки состояния энергетического хозяйства промышленных предприятий и энергоиспользования в промышленной теплоэнергетической системе, выявления причин и уровней необоснованных энергетических потерь, и разработки механизмов энергосбережения.

**Задачами дисциплины являются:**

- познакомить обучающихся с принципами анализа показателей теплоэнергетической системы промышленного предприятия, их особенностями;
- дать информацию об оптимизации процедуры сбора необходимой информации для составления энергетических и эксергетических балансов;
- научить анализировать энергобалансы для оценки фактического состояния энергоиспользования на предприятии, выявлять причины возникновения, определять значения потерь топливно-энергетических ресурсов;
- научить выявлять резервы экономии топлива и энергии, разрабатывать научно-технические предложения с целью энергосбережения.

**В процессе освоения дисциплины формируются следующие компетенции:**

- способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6);
- готовность организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности (ОПК-4);

- владеть современными методами исследований процессов, аппаратов и систем промышленной теплоэнергетики (ПК-1);
- владеть современными и перспективными компьютерными и информационными технологиями (ПК-2);
- владеть навыками применения полученной информации в профессиональной деятельности (ПК-3);
- владеть информацией о новейших достижениях в области промышленной теплоэнергетики (ПК-4);
- знать достижения в области технологии создания энергоэффективных процессов, аппаратов и систем промышленной теплоэнергетики (ПК-6);

### **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

**знать:**

- информационные технологии, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области (ОПК-4);
- методики проведения расчетов и проектирования элементов оборудования и объектов деятельности (систем) в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации (ПК-2);
- владеть современными и перспективными компьютерными и информационными технологиями (ПК-4);
- методики проведения технико-экономического обоснования применения научно-технических разработок в конкретных условиях (ПК-3).

**уметь:**

- анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по разработке и созданию аппаратов и систем промышленной теплоэнергетики (УК-5);

- анализировать энергобалансы технологических процессов для снижения энергетических затрат (ПК-1);
- оптимизировать структуру энергетического баланса предприятия путем выбора оптимальных направлений, способов и объемов использования подведенных внешних и вторичных энергоресурсов (ПК-6).

**владеть:**

- современными и перспективными компьютерными и информационными технологиями, современными средствами вычислительной техники для обработки данных и анализа полученных результатов построения энергобалансов (УК-6);
- информацией о новейших достижениях в области технологии создания энергоэффективных процессов, аппаратов и систем промышленной теплоэнергетики, в области технологии создания энергоэффективных процессов, аппаратов и систем промышленной теплоэнергетики, в области теплоэнергоснабжения с целью совершенствования технологических процессов для снижения энергетических затрат, оптимизации структуры энергетического баланса предприятия путем выбора оптимальных направлений, способов и объемов использования подведенных внешних и вторичных энергоресурсов (ПК-6).

## **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ**

### *1. Задачи анализа и оптимизации энергобалансов теплоэнергетической системы промышленного предприятия (ТЭС ПП)*

Рациональное построение ТЭС ПП, как один из путей экономии энергоресурсов. Задача оптимального построения ТЭС ПП на примере металлургического комбината с полным технологическим циклом. Оптимизация топливно-энергетического баланса реального металлургического комбината. Использование нанотехнологий в теплоэнергетических системах, элементах машин и аппаратах, их применение для экономии энергоресурсов, повышения надежности и увеличения ресурса оборудования.

## *2. Анализ и оптимизация использования внутренних энергоресурсов ПП*

Особенности определения экономии топлива, при использовании горючих ВЭР. Оптимальное распределение горючих ВЭР. Анализ экономической эффективности использования ВЭР. Оптимизация использования внутренних энергетических ресурсов в ТЭС ПП.

## *3. Анализ балансов производственного пара*

Методика анализа балансов производственного пара. Оптимизация использования заводской ТЭЦ в качестве звена, замыкающего баланс производственного пара по заводу. Анализ применения аккумуляторов пара, использования методов выравнивания паропроизводительности утилизационных установок, пиковых паровых котлов, использования избытков пара утилизационных установок для оптимизации баланса производственного пара. Оптимальное распределение горючих ВЭР. Оптимизация параметров пара утилизационных установок.

## *4. Анализ использования низкопотенциальных ВЭР*

Анализ показателей компрессорных систем для повышения давления пара низких параметров. Анализ сезонного использования физической теплоты газов с низкой температурой. Анализ использования теплоты охлаждения конструктивных элементов технологических агрегатов. Анализ показателей вентиляционных систем промышленных предприятий, использующих низкопотенциальные ВЭР.

## *5. Комплексная оптимизация использования горючих и тепловых ВЭР*

Комплексная оптимизация использование горючих и тепловых ВЭР, а также избыточного давления газа на примере доменного производства. Анализ комплексного применения газовых утилизационных бескомпрессорных турбин, использования теплоты доменного газа, уходящих газов доменных воздухоподогревателей, пара системы испарительного охлаждения и теплоты доменного шлака.

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ  
РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 7 семестр – дифференцированный зачет.

### **Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета**

1. Сформулируйте задачу оптимизации топливно-энергетического баланса промышленного предприятия на примере металлургического комбината с полным технологическим циклом?

2. Назовите области применения в теплоэнергетике защитных ионно-плазменных покрытий и поверхностно-активных веществ, а также уровень величин достигаемых эффектов.

3. Что используется в качестве звена, замыкающего баланс производственного пара по заводу?

4. В чем заключается задача оптимального распределения горючих ВЭР на предприятии?

5. В чем заключается анализ экономической эффективности использования ВЭР?

6. Какие существуют методы выравнивания паропроизводительности утилизационных установок?

7. Как можно использовать избытки пара утилизационных установок?

8. Как влияет изменение давления пара утилизационных установок на его выработку?

9. Какие существуют способы использования низкопотенциальных ВЭР?

10. В чем заключается задача комплексной оптимизации использования горючих и тепловых ВЭР, а также избыточного давления газа на примере доменного производства?

11. Как осуществляется анализ энергетических показателей доменного производства при одновременном применении газовых утилизационных бескомпрессорных турбин, использования теплоты доменного газа, уходящих газов доменных воздухоподогревателей, пара системы испарительного охлаждения и теплоты доменного шлака?

12. Оптимизация топливно-энергетического баланса промышленного предприятия на примере металлургического комбината с полным технологическим циклом.

13. Определение энергетического потенциала тепловых и горючих ВЭР. Определение экономии топлива, получаемой при использовании горючих ВЭР.

14. Анализ экономической эффективности использования ВЭР.

15. Расчет степени сухости и энтальпии влажного пара, получаемого на утилизационных установках с использованием балансовых уравнений.

16. Способы сведения баланса производственного пара на промышленном предприятии.

17. Методы выравнивания паропроизводительности утилизационных установок.

18. Параметры пара утилизационных установок. Выбор оптимальных параметров пара при утилизации тепловых ВЭР.

19. Определение параметров доменного газа за газовой утилизационной бескомпрессорной турбиной и ее мощности при расширении насыщенного доменного газа.

20. Анализ топливно-энергетического баланса доменных воздухонагревателей.

21. Анализ топливно-энергетического баланса доменного производства. Комплексная оптимизация использования горючих и тепловых ВЭР, а также избыточного давления газа на примере доменного производства.

22. Методика определения экономии топлива за счет повышения давления пара низких параметров в компрессорах.

23. Анализ сезонного использования физической теплоты газов с низкой температурой.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература:

1. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочная серия / Под общ. ред. чл.-корр. РАН А. В. Клименко и проф. В. М. Зорина. — 4-е изд. — М.:Издательский дом МЭИ, 2009. — 632 с.
2. Сазанов Б.В., Ситас В.И. Промышленные теплоэнергетические установки и системы - М.:Издательский дом МЭИ, 2014. - 275 с.
3. Султангузин И.А., Яворовский Ю.В. Математическое моделирование и оптимизация промышленных теплоэнергетических систем - М.; Издательство МЭИ, 2009. – 92 с.
4. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях/ О. Л. Данилов, А. Б. Горяев, И. В. Яковлев и др.; под ред. А.В. Клименко. — М.: Издательский дом МЭИ, 2010. — 424 с.

### Дополнительная литература:

5. Александров А.А., Орлов К.А., Очков В.Ф. Теплофизические свойства рабочих веществ теплоэнергетики: справочник. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 224 с.
6. Грызунов, В.И. Металлургическая теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Грызунов, Н.В. Фирсова, С.Е. Крылова [и др.]. — Электрон. дан. — М. : ФЛИНТА, 2014. — 108 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=60758](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60758)
7. Лебедев, В.М. Источники и системы теплоснабжения предприятий [Электронный ресурс] : учебник / В.М. Лебедев, С.В. Приходько. — Электрон. дан. — М. : УМЦ ЖДТ (бывший Маршрут), 2013. — 384 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=60009](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60009) — Загл. с экрана.
8. Прошин, И.А. Энергетическое обследование предприятий. (рабочая тетрадь) [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И.А. Прошин, Н.Н. Руденко. — Электрон. дан. — Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2011. —

