

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Зам. директора  
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске  
по учебно-методической работе  
В.В. Рожков  
« 16 » 11 20 15 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОСНОВЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ТЕПЛА**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

**Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Нормативный срок обучения: 5 лет**

**Форма обучения: заочная**

**Смоленск, 2015 г.**

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

**Целью освоения дисциплины** является формирование знаний, умений и навыков в области основ трансформации тепла, современных методов расчета и анализа холодильных и теплонасосных установок, способов диагностики и улучшения их характеристик, а также подготовка обучающихся к расчетно-проектной и производственно-технологической деятельности по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС.

**Задачами дисциплины** является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующих профессиональных компетенций:

ОПК-2 – «способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования»;

ПК-2 – «способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием»;

ПК-4 – «способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата»;

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- принципы работы холодильных и теплонасосных установок, определение характеристик оборудования и параметров рабочих агентов в рассматриваемых системах (ОПК-2);
- способы расчета различных схем трансформаторов тепла по типовым методикам с привлечением современных средств автоматизированного проектирования (ПК-2).

### **Уметь:**

- выполнять проектные работы узлов и агрегатов оборудования трансформаторов тепла с привлечением соответствующего математического аппарата и типовых методик (ПК-2);
- проводить экспериментальные исследования на лабораторном и действующем оборудовании с целью получения и дальнейшего анализа результатов (ПК-4).

### **Владеть:**

- методологией теоретического и экспериментального исследования, методами математического анализа и моделирования трансформаторов тепла (ОПК-2, ПК-2);
- методами проведения экспериментальных исследований, правилами выполнения замеров и обработки полученных результатов (ПК-4).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части блока дисциплин по выбору Б1.В.ДВ.4.1 основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Промышленная теплоэнергетика», направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

В соответствии с учебным планом по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» дисциплина «Основы трансформации тепла» базируется на следующих дисциплинах:

- Б1.Б.5 Математика (ОПК-2);
- Б1.Б.6 Физика (ОПК-2);
- Б1.Б.8 Химия (ОПК-2);
- Б1.Б.15 Электротехника и электроника (ПК-2);
- Б1.Б.16 Гидрогазодинамика (ОПК-2, ПК-2);
- Б1.В.ОД.3 Теоретическая механика (ОПК-2);
- Б1.В.ОД.5 Физические основы электропривода (ОПК-2);
- Б1.В.ДВ.2.1 Физические измерения и обработка их результатов (ОПК-2, ПК-4);
- Б1.В.ДВ.2.2 Теория теплопроводности (ОПК-2, ПК-4);

Приобретенные в результате изучения дисциплины «Основы трансформации тепла» знания, умения и навыки являются неотъемлемой частью формируемых у выпускника компетенций в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и будут использованы при изучении следующих дисциплин:

- Б1.Б.14 Тепломассообмен (ОПК-2, ПК-4);
- Б1.Б.18 Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов (ПК-4);
- Б1.В.ОД.6 Котельные установки промышленных предприятий (ОПК-2, ПК-2);
- Б1.В.ОД.8 Электрические станции и подстанции (ПК-2);
- Б1.В.ОД.9 Источники и системы теплоснабжения предприятий (ПК-2);
- Б1.В.ОД.10 Тепломассообменное оборудование предприятий (ПК-2);
- Б1.В.ОД.12 Электрические машины и аппараты (ПК-2);
- Б1.В.ОД.13 Технологические энергосистемы предприятий (ПК-2);
- Б1.В.ДВ.6.1 Теплогенерирующие установки промышленных предприятий (ОПК-2);
- Б1.В.ДВ.6.2 Утилизация высокотемпературных вторичных энергоресурсов промышленных предприятий (ОПК-2);
- Б1.В.ДВ.7.1 Основы инженерного проектирования систем энергообеспечения (ПК-2);
- Б1.В.ДВ.7.2 Использование системы автоматизированного проектирования в теплоэнергетике (ПК-2);
- Б1.В.ДВ.8.1 Инженерные сети зданий и сооружений (ПК-2);
- Б1.В.ДВ.8.2 Системы теплоснабжения и вентиляции (ПК-2);
- Б2.П.3 Научно-исследовательская работа (ПК-4);
- Б2.П.4 Преддипломная практика (ПК-2);
- Б3 Государственная итоговая аттестация (ПК-2, ПК-4).

Знания, полученные в результате освоения данной дисциплины необходимы при написании выпускной бакалаврской работы и дальнейшего обучения по программе магистратуры.

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

### Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Курс
Часть цикла:	Вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ДВ.4.1	
Часов (всего) по учебному плану:	144	3 курс
Тудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	4	3 курс
Лекции (ЗЕТ, часов)	0.28, 10	3 курс
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	0.11, 4	3 курс
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	-	3 курс
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	3.5, 126	3 курс
Экзамен, зачет (ЗЕТ, часов)	0.11, 4	3 курс

### Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций	0.25, 9
Подготовка к практическим занятиям	0.5, 18
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	–
Выполнение расчетно-графической работы	1.25, 45
Выполнение курсового проекта	–
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины	1, 36
Подготовка к контрольным работам	0.5, 18
Подготовка к тестированию	–
Подготовка к зачету	–
Всего:	3.5, 126
Подготовка к экзамену или зачету	0.11, 4

### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лб	СРС	в т.ч. интер-акт.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>Тема 1. Парожидкостные компрессионные трансформаторы тепла</b>	38	4	2	-	32	2
2	<b>Тема 2. Сорбционные трансформаторы тепла</b>	36	2	2	-	32	-
3	<b>Тема 5. Одноступенчатые газовые трансформаторы тепла</b>	34	2	-	-	32	2
4	<b>Тема 6. Многоступенчатые газовые трансформаторы тепла</b>	32	2	-	-	30	-

всего 144 часа по видам учебных занятий (включая зачет – 4 часа)	10	4	-	126	4
---------------------------------------------------------------------	----	---	---	-----	---

## Содержание по видам учебных занятий

### Тема 1. Парожидкостные компрессионные трансформаторы тепла

**Лекция 1, 2.** Классификация парожидкостных трансформаторов тепла. Рабочие агенты одноступенчатых парожидкостных установок. Схемы и процессы работы в  $T,S$  – диаграмме идеального и реального одноступенчатого парожидкостного трансформатора тепла (холодильной установки). Схемы и процессы работы в  $T,S$  – диаграммах реальных парожидкостных компрессионных трансформаторов тепла (4 часа).

**Практическое занятие 1.** Исследование цикла работы одноступенчатой парожидкостной компрессионной холодильной установки (2 часа).

**Практическое занятие 2.** Исследование цикла работы двухступенчатой парожидкостной компрессионной холодильной установки (2 часа).

**Самостоятельная работа 1.** Подготовка к лекционному и практическому занятиям. Подборка материала и выполнение расчетно-графической работы (32 часа).

**Текущий контроль** – устная беседа со студентами в процессе лекции, проведение опроса на практическом занятии.

### Тема 2. Сорбционные трансформаторы тепла

**Лекция 3.** Классификация сорбционных трансформаторов тепла. Рабочие агенты абсорбционных холодильных установок. Схемы и принципы работы идеальной абсорбционной холодильной установки, работающей по повышающей и расщипительной схеме. Схема и процессы работы в  $h,\xi$  – диаграмме реальной абсорбционной холодильной установки по повышающей схеме (2 часа).

**Самостоятельная работа 2.** Подготовка к лекционному и практическому занятиям. Подборка материала и выполнение расчетно-графической работы (32 часа).

**Текущий контроль** – устная беседа со студентами в процессе лекции, проведение опроса на практическом занятии.

### Тема 3. Одноступенчатые газовые трансформаторы тепла

**Лекция 4.** Достоинства и недостатки газовых трансформаторов тепла по сравнению с парожидкостными. Идеальны газовые циклы со стационарными процессами: цикл Карно и цикл Джоуля. Схема и процессы работы в  $T,S$  – диаграмме идеального одноступенчатого газового трансформатора тепла (холодильной установки) по циклу Джоуля. Схема и процессы работы в  $T,S$  – диаграмме реального одноступенчатого газового трансформатора тепла (холодильной установки) по циклу Джоуля (2 часа).

**Самостоятельная работа 3.** Подготовка к лекционному и практическому занятиям. Подборка материала и выполнение расчетно-графической работы (32 часа).

**Текущий контроль** – устная беседа со студентами в процессе лекции, проведение опроса на практическом занятии.

### Тема 4. Многоступенчатые газовые трансформаторы тепла

**Лекция 5.** Схема и процессы работы в  $T,S$  – диаграмме идеального и реального многоступенчатого газового трансформатора тепла (холодильной установки) по циклу Джоуля (2 часа).

**Самостоятельная работа 3.** Подготовка к лекционному и практическому занятиям. Подборка материала и выполнение расчетно-графической работы (30 часов).

**Текущий контроль** – устная беседа со студентами в процессе лекции, проведение опроса на практическом занятии.

Практические занятия проводятся в интерактивной форме (4 часа). При проведении занятий преподаватель обсуждает со студентами различные варианты решения поставленной задачи и полученные результаты. При проведении лекционных занятий по темам, для которых учебным планом не предусмотрены практические занятия, в начале лекции преподаватель формулирует вопросы и в конце занятия обсуждает ответы на них со студентами на основании изложенного материала.

### **Промежуточная аттестация по дисциплине: зачет**

Изучение дисциплины заканчивается сдачей зачета. Сдача зачета проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в «НИУ «МЭИ» и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И-23.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для обеспечения самостоятельной работы студентов разработаны: методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Основы трансформации тепла» – Процессы трансформации тепла в объектах промышленной теплоэнергетики.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования**

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-2, ПК-2 и ПК-4.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе выполнения и защиты расчетно-графической работы, а также успешной сдачей зачета.

### **6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания**

Формирование компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик формирования компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении от 60% до 79% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении от 40% до 59% приведенных знаний, умений и навыков – на пороговом

уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень формирования каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки формирования в рамках данной дисциплины компетенции ОПК-2 – «способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в **расчетно-графической работе студента**. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – **устных опросах на практических занятиях**.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- источников получения информации о трансформаторах тепла различного назначения;
- основных отечественных и зарубежных достижений в области создания и использования холодильных и теплонасосных установок;

**умения:**

- анализировать зарубежную и отечественную информацию о трансформаторах тепла;
- использовать основные законы, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для достижения целей профессиональной деятельности в области холодильной техники;

присутствие **навыка:**

- владения базовыми знаниями в области холодильной и теплонасосной техники, методологией подбора и анализа научно-технической информации в области основ трансформации тепла.

Для оценки формирования в рамках данной дисциплины компетенции ПК-2 – «способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в **расчетно-графической работе студента**. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – **практических занятиях**.

Принимается во внимание **знание** обучающимися:

- методов расчета по типовым методикам трансформаторов тепла;
- проектирования узлов и агрегатов холодильных и теплонасосных установок с использованием стандартных средств автоматизированного проектирования;

**умения:**

- рассчитывать параметры функционирования холодильных систем;
- оценивать возможность использования холодильных и теплонасосных установок, спроектированных в соответствии с техническим заданием;

присутствие **навыка:**

- владения типовыми методиками расчета и проектирования элементов и узлов трансформаторов тепла и владения современными методами научных исследований в области теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий.

Для оценки формирования в рамках данной дисциплины компетенции ПК-4 – «способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчете к расчетно-графической работе студента. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – практических занятиях.

Принимается во внимание **знание** обучающимися:

- методик проведения экспериментов в области трансформаторов тепла;
- методов расчета и получения результатов при исследовании холодильных систем и теплонасосного оборудования;

**умения:**

- проводить лабораторные исследования функционирования отдельных элементов трансформаторов тепла;
- анализировать результаты с применением необходимого математического аппарата и численных методов;

присутствие **навыка:**

- владения типовыми методиками проведения эксперимента, расчета и анализа результатов при исследовании работы трансформаторов тепла.

Критерии оценивания уровня формирования компетенции ОПК-2 – «способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования», ПК-2 – «способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием» и ПК-4 – «способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата» в результате выполнения расчетно-графической работы.

Способность самостоятельно подобрать литературу для выполнения расчетно-графической работы, правильно оформить результаты научного исследования, соответствующего теме задания и в логичной и законченной форме изложить результаты выполненных расчетов – соответствует пороговому уровню формирования компетенции на данном этапе ее формирования; в дополнения к пороговому уровню - показать в работе способность к самостоятельному анализу теоретической и технической проблематики в рамках темы работы, развернутому сравнительному анализу результатов расчета различных схем трансформаторов тепла – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому уровню – способность предложить и обосновать, на основании результатов выполненных расчетов, свою точку зрения в виде развернутого вывода рассматриваемой проблематики – соответствует эталонному уровню.

Формирование уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является сдача зачета с оценкой, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Сдача зачета по дисциплине «Основы трансформации тепла» проводится в устной форме.

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, преду-



смотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему на основные и дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все основные и дополнительные вопросы, но допустившему при этом принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на большинство теоретических основных и дополнительных вопросов и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Неудовлетворительно выставляется также, если студент: после начала зачета отказался его сдавать или нарушил правила сдачи зачета (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносится оценка зачета по дисциплине за 3 курс.

### **6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Задание на выполнение расчетно-графической работы (расчетного задания) по дисциплине.

Цель выполнения расчетного задания заключается в формировании знаний, умений и навыков, необходимых для выполнения расчетов и определения параметров рабочего агента в характерных точках схемы трансформатора тепла, определения характеристик основного и вспомогательного оборудования холодильных и теплонасосных установок, проведения анализа полученных результатов и разработки рекомендаций по использованию трансформаторов тепла на объектах теплоэнергетики и теплотехники.

**Задание** на расчетно-графическую работу:

1. Для заданных исходных данных определить параметры рабочего агента в характерных точках реальной одноступенчатой парожидкостной компрессионной холодильной установки.
2. Выполнить расчеты и определить характеристики основного и вспомогательного оборудования установки.

3. Для заданных исходных данных определить параметры рабочего агента в характерных точках реальной одноступенчатой парожидкостной компрессионной холодильной установки с регенеративным теплообменом.
4. Выполнить расчеты и определить характеристики основного и вспомогательного оборудования установки.
5. По полученным результатам провести сравнительный анализ двух рассмотренных установок и сделать выводы по использованию конкретной схемы на заданные условия работы.

Исходные данные и методические рекомендации по выполнению и оформлению расчетно-графической работы содержится в методических указаниях по самостоятельной работе и выполнению расчетного задания по дисциплине «Основы трансформации тепла».

**Вопросы** по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к зачету)

1. Классификация трансформаторов тепла.
2. Схема и процессы работы в  $T,S$  – диаграмме идеального одноступенчатого парожидкостного трансформатора тепла (холодильной установки).
3. Схема и процессы работы в  $T,S$  – диаграмме реального одноступенчатого парожидкостного трансформатора тепла (холодильной установки) без охладителя.
4. Схема и процессы работы в  $T,S$  – диаграмме реального одноступенчатого парожидкостного трансформатора тепла (холодильной установки) с охладителем.
5. Схема и процессы работы в  $T,S$  – диаграмме реального одноступенчатого парожидкостного трансформатора тепла (холодильной установки) с регенерацией.
6. Схема и процессы работы в  $T,S$  – диаграмме реального двухступенчатого парожидкостного трансформатора тепла (холодильной установки).
7. Схема и процессы работы в  $T,S$  – диаграмме реального каскадного парожидкостного трансформатора тепла (холодильной установки).
8. Схема и процессы работы в  $T,S$  – диаграмме реальной двухступенчатой парожидкостной теплонасосной установки.
9. Схема и принцип работы идеальной абсорбционной холодильной установки по повышающей схеме.
10. Схема и принцип работы идеальной абсорбционной холодильной установки по расщепительной схеме.
11. Схема и процессы работы в  $h,\xi$  – диаграмме реальной абсорбционной холодильной установки по повышающей схеме.
12. Струйные трансформаторы тепла, общая характеристика. Типы струйных трансформаторов тепла.
13. Схема и принцип работы парожетторной холодильной установки.
14. Струйный компрессор. Принципиальная схема и принцип действия.
15. Вихревые трансформаторы тепла. Процессы работы вихревой трубы.
16. Газовые трансформаторы тепла. Достоинства и недостатки газовых трансформаторов тепла по сравнению с парожидкостными.
17. Идеальные газовые циклы со стационарными процессами: цикл Карно и цикл Джоуля.
18. Схема и процессы работы в  $T,S$  – диаграмме идеального одноступенчатого газового трансформатора тепла (холодильной установки) по циклу Джоуля.
19. Схема и процессы работы в  $T,S$  – диаграмме реального одноступенчатого газового трансформатора тепла (холодильной установки) по циклу Джоуля.
20. Схема и процессы работы в  $T,S$  – диаграмме реального одноступенчатого газового трансформатора тепла (холодильной установки) по циклу Джоуля с регенерацией.

21. Схема и процессы работы в T,S – диаграмме идеального многоступенчатого газового трансформатора тепла (холодильной установки) по циклу Джоуля.
22. Схема и принцип работы реальной газовой холодильной установки с вакуумным квазициклом.
23. Газожидкостные трансформаторы тепла. Ожижение, замораживание и низкотемпературное разделение.

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических указаниях по подготовке к самостоятельной работе и выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Основы трансформации тепла» и методических указаниях к практическим занятиям по дисциплине «Основы трансформации тепла». В них содержатся методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям, самостоятельной работе студента и расчетно-графической работы.

#### **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

##### **а) основная литература**

1. Круглов Г.А. Теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. - Электрон. дан. - СПб.: Лань, 2012. - 208 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3900](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3900)
2. Фомичев А.В. Трансформация теплоты в компрессорных установках холодильной и криогенной техники. Часть 1. [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Электрон. дан. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2010 - 34 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=52165](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52165)
3. Александров А.А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок [Электронный ресурс]: учебное пособие - Электрон. дан. - М.: Издательский дом МЭИ, 2006 - 158 с. - Режим доступа: <http://www.nelbook.ru/?book=33>

##### **б) дополнительная литература**

1. Буткевич И.К. Криогенные установки и системы: Учеб. Пособие [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Электрон. дан. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2008. - 144 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=58497](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58497)
2. Теплоэнергетика и теплотехника. Книга 4: Промышленная теплоэнергетика и теплотехника / Четвертое издание, стереотипное / под общ. ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина [Электронный ресурс]: справочник. - Электрон. дан. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 632 с. - Режим доступа: <http://www.nelbook.ru/?book=149>
3. Глухов С.Д. Рабочие вещества малых холодильных машин [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.Д. Глухов, А.А. Жердев, А.В. Шарабурин. - Электрон. дан. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2010. - 44 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=52174](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52174)
4. Бабакин Б.С. Теплонасосные установки в отраслях агропромышленного комплекса [Электронный ресурс]: учебник / Б.С. Бабакин А.Э., Суслов Ю.А., Фатыхов Ю.А. и др. - Электрон. дан. - СПб.: Лань, 2014. - 328 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=39143](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39143)

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <http://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотека НЭЛБУК - <http://www.nelbook.ru/>
4. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам.

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции и практические занятия. Изучение курса завершается сдачей зачета.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. Обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Успешное изучение курса требует выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой, активной работы студента на практических занятиях.

**Самостоятельная работа студентов (СРС)** по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

При проведении **практических** занятий предусматривается использование информационного ресурса Internet, а также автоматизированных систем расчетов, входящие в состав лицензионных версий Microsoft Office.

к.т.н., доцент

В.А. Галковский

зав. кафедрой ПТЭ

к.т.н., доцент

В.А. Михайлов

Программа одобрена на заседании кафедры ПТЭ от 16 ноября 2015 года, протокол №4.