Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.10.2023 12:20:14
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

**Транспортный факультет**

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ /М.Н. Лукьянов/
«16» 02 2023г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## Теплообменные аппараты энергоустановок

Направление подготовки/специальность
**13.03.03 Энергетическое машиностроение**

Профиль/специализация

**Перспективные энергоустановки для электротранспорта и малой энергетики**

Квалификация
**бакалавр**

Формы обучения
**Очная, заочная**

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):

Доцент, к.т.н.  /А.И. Федулов/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики», к.т.н., доцент  /А.В. Костюков/

**Оглавление**

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ..... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ..... 4
3. Структура и содержание дисциплины ..... 5
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ..... 5
3.1.1. Очная форма обучения ..... 5
3.1.2. Заочная форма обучения ..... 5
3.2. Тематический план изучения дисциплины ..... 6
3.2.1. Очная форма обучения ..... 6
3.2.2. Заочная форма обучения ..... 6
3.3. Содержание дисциплины ..... 8
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ..... 8
3.4.1. Семинарские/практические занятия ..... 8
3.4.2. Лабораторные занятия ..... 8
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ..... 9
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ..... 9
4.1. Нормативные документы и ГОСТы ..... 9
4.2. Основная литература ..... 9
4.3. Дополнительная литература ..... 9
4.4. Электронные образовательные ресурсы ..... 10
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ..... 10
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ..... 10
5. Материально-техническое обеспечение ..... 11
6. Методические рекомендации ..... 11
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ..... 11
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ..... 12
7. Фонд оценочных средств ..... 13
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ..... 13
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ..... 14
7.3. Оценочные средства ..... 14

## 1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО и образовательной программы.

Задачами освоения дисциплины являются:

- приобретение обучающимися знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса;
- оценка достижения обучающимися планируемых результатов обучения как этапа формирования соответствующих компетенций.

Обучение по дисциплине «Теплообменные аппараты энергоустановок» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| ОПК-5. Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности | ИОПК-5.1. Умеет использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов при разработке, проектировании и испытаниях энергетических установок<br>ИОПК-5.1. Умеет рассчитывать элементы и параметры энергетических машин и установок с учетом свойств конструкционных материалов |
| ПК-3. Способен к проведению исследований в области проектирования энергоустановок | ИПК-3.1.<br>Применяет знания основ проведения исследований в области проектирования энергетических установок<br>ИПК-3.2.<br>Умеет применять и анализировать результаты, полученные при проведении исследований для проектирования энергоустановок<br>ИПК-3.3.<br>Владеет навыками проведения исследований и проектирования энергетических установок на основе анализа результатов исследовательской работы |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в часть блока Б1 – «Формируемую участниками образовательных отношений», подраздел Б1.2.6

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения, навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Теория рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания, Системы питания двигателей внутреннего сгорания, Горюче-смазочные материалы для эксплуатации энергоустановок, Альтернативные и возобновляемые топлива для энергетических машин, Динамика двигателей внутреннего сгорания

Знания, умения, навыки, сформированные данной дисциплиной, будут востребованы при изучении таких дисциплин как: Экология и токсичность энергоустановок, Основы испытаний энергетических машин и установок, Водородные технологии для энергоустановок

будущего, Основные методы и программы для проектирования транспортных силовых установок с электрогенератором на борту

Знания, умения, навыки, сформированные данной дисциплиной, будут востребованы при прохождении практик и сдаче государственной итоговой аттестации.

## 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

### 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

#### 3.1.1. Очная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры |
|---|---|---|---|
| | | | 6 |
| 1 | Аудиторные занятия | 72 | 72 |
| | В том числе: | | |
| | Лекции | 36 | 36 |
| | Семинарские/практические занятия | 36 | 36 |
| | Лабораторные занятия | - | - |
| 2 | Самостоятельная работа | 72 | 72 |
| 3 | Промежуточная аттестация | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | Экзамен | Экзамен |
| | Итого | 144 | 144 |

#### 3.1.2. Заочная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры |
|---|---|---|---|
| | | | 6 |
| 1 | Аудиторные занятия | 18 | 18 |
| | В том числе: | | |
| | Лекции | 12 | 12 |
| | Семинарские/практические занятия | 6 | 6 |
| | Лабораторные занятия | - | - |
| 2 | Самостоятельная работа | 126 | 126 |
| 3 | Промежуточная аттестация | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | Экзамен | Экзамен |
| | Итого | 144 | 144 |

## 3.2. Тематический план изучения дисциплины

### 3.2.1. Очная форма обучения

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Всего | Аудиторная работа | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекция 1. ГТУ и ГТД в энергетике, теплоснабжении, транспорте с теплообменными устройствами. | 16 | 6 | 2 | 2 | | 10 |
| 2 | Лекция 2. Основные схемы ГТУ с теплообменниками, и назначение основных элементов. | 16 | 6 | 2 | 2 | | 10 |
| 3 | Лекция 3. Классификация теплообменников. | 16 | 6 | 2 | 2 | | 10 |
| 4 | Лекция 4. Характеристики теплообменников. | 16 | 6 | 2 | 2 | | 10 |
| 5 | Лекция 5. Основные показатели надежности теплообменных аппаратов турбоустановок. | 16 | 6 | 2 | 2 | | 10 |
| 6 | Лекция 6. Основы процессов, происходящих в теплообменных аппаратах. | 16 | 6 | 2 | 2 | | 10 |
| 7 | Лекция 7. Понятие поверхности теплообмена и эффективности теплообменника. | 16 | 6 | 2 | 2 | | 10 |
| 8 | Лекция 8. Характеристики поверхностей теплообмена. | 16 | 6 | 2 | 2 | | 10 |
| 9 | Лекция 9. Теплогидравлические характеристики типовых поверхностей теплообмена. | 16 | 6 | 2 | 2 | | 10 |
| | Итого: | 144 | 72 | 36 | 36 | | 72 |

### 3.2.2. Заочная форма обучения

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Всего | Аудиторная работа | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекция 1. ГТУ и ГТД в энергетике, теплоснабжении, транспорте с теплообменными устройствами. | 15,8 | 1,8 | 0,8 | 0,4 | | 14 |
| 2 | Лекция 2. Основные схемы ГТУ с теплообменниками, и назначение основных элементов. | 15,8 | 1,8 | 0,8 | 0,4 | | 14 |
| 3 | Лекция 3. Классификация теплообменников. | 15,8 | 1,8 | 0,8 | 0,4 | | 14 |
| 4 | Лекция 4. Характеристики теплообменников. | 15,8 | 1,8 | 0,8 | 0,4 | | 14 |
| 5 | Лекция 5. Основные показатели надежности теплообменных аппаратов турбоустановок. | 16,4 | 2,4 | 1 | 0,4 | | 14 |
| 6 | Лекция 6. Основы процессов, происходящих в теплообменных аппаратах. | 16 | 2 | 1 | 0,4 | | 14 |
| 7 | Лекция 7. Понятие поверхности теплообмена и эффективности теплообменника. | 16,6 | 2,6 | 1 | 0,8 | | 14 |
| 8 | Лекция 8. Характеристики поверхностей теплообмена. | 16 | 2 | 1 | 0,4 | | 14 |
| 9 | Лекция 9. Теплогидравлические характеристики типовых поверхностей теплообмена. | 15,8 | 1,8 | 0,8 | 0,4 | | 14 |
| | Итого: | 144 | 18 | 12 | 6 | | 126 |

## 3.3. Содержание дисциплины

Лекция 1. ГТУ и ГТД в энергетике, теплоснабжении, транспорте с теплообменными устройствами.

Лекция 2. Основные схемы ГТУ с теплообменниками, и назначение основных элементов.

Лекция 3. Классификация теплообменников.

Лекция 4. Характеристики теплообменников.

Лекция 5. Основные показатели надежности теплообменных аппаратов турбоустановок.

Лекция 6. Основы процессов, происходящих в теплообменных аппаратах.

Лекция 7. Понятие поверхности теплообмена и эффективности теплообменника.

Лекция 8. Характеристики поверхностей теплообмена.

Лекция 9. Теплогидравлические характеристики типовых поверхностей теплообмена.

Лекция 10. Теплоотдача теплообменных аппаратов поверхностного типа.

Лекция 11. Гидравлическое сопротивление теплообменных аппаратов.

Лекция 12. Расчёт и выбор теплообменного аппарата.

Лекция 13. Особенности теплогидравлического расчета рекуператоров.

Лекция 14. Основные элементы конструкции кожухотрубных аппаратов.

Лекция 15. Компоновка трубных пучков.

Лекция 16. Теплообменные аппараты регенеративного типа.

Лекция 17. Тепловой и гидравлический расчет регенераторов ГТУ.

Лекция 18. Техническое обслуживание и ремонт теплообменных аппаратов.

## 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

### 3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическая работа 1 по теме № 1 «Общие сведения о проектировании, изготовлении, монтаже и пуске в эксплуатацию теплообменных аппаратов»

Практическая работа 2 по теме № 1 «Выбор варианта схемы движения теплоносителя»

Практическая работа 3 по теме № 1 «Теплогидравлический расчет теплообменных аппаратов»

Практическая работа 4 по теме № 1 «Компоновка и выбор типа поверхности»

Лабораторная работа 5 по теме № 1 «Тепловой расчет теплообменных аппаратов»

Практическая работа 6 по теме № 1 «Расчёт теплообменного аппарата при заданных значениях потери давления газообразных теплоносителей»

Практическая работа 7 по теме № 2 «Расчет теплообменного аппарата при заданной площади поверхности теплообмена»

Практическая работа 8 по теме № 2 «Согласование параметров теплообменного аппарата с параметрами теплоустановки»

Практическая работа 9 по теме № 2 «Выбор оптимальной степени регенерации»

Практическая работа 10 по теме № 2 «Оптимальное распределение суммарной площади поверхности теплообмена между теплообменными аппаратами ГТУ замкнутого цикла»

Практическая работа 11 по теме № 2 «Расчет на прочность элементов конструкции теплообменных аппаратов»

Практическая работа 12 по теме № 2 «Конструирование кожухотрубных аппаратов»

Практическая работа 13 по теме № 3 «Компоновка трубных пучков трубчатых теплообменников»

Практическая работа 14 по теме № 3 «Гидравлический расчёт системы охлаждения»

Практическая работа 15 по теме № 3 «Расчёт интеркуллера агрегата турбонаддува ДВС»

Практическая работа 16 по теме № 3 «Теплогидравлический расчёт вращающегося регенератора ГТД с сетчатыми пакетами»

Практическая работа 17 по теме № 3 «Теплргидравлический расчёт вращающегося регенератора ГТД с ленточно-щелевыми пакетами»

Практическая работа 18 по теме № 3 «Техническое обслуживание и ремонт теплообменных аппаратов»

### 3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные работы не предусмотрены.

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине не предусмотрены

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1. Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 14846–2020 Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний
2. ГОСТ 10150– 2014 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Общие технические условия
3. ГОСТ Р 54120-2010 Двигатели автомобильные. Пусковые качества. Технические требования
4. ГОСТ Р 41.49-99 (правила ЕЭК ООН № 49) Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения двигателей с воспламенением от сжатия и двигателей, работающих на природном газе, а также двигателей с принудительным зажиганием, работающих на сжиженном нефтяном газе (снг), и транспортных средств, оснащенных двигателями с воспламенением от сжатия, двигателями, работающими на природном газе, и двигателями с принудительным зажиганием, работающими на снг, в отношении выделяемых ими загрязняющих веществ.
5. ГОСТ Р 41.83—2004 (Правила ЕЭК ООН № 83) Единообразные предписания, касающиеся сертификации транспортных средств в отношении выбросов вредных веществ в зависимости от топлива, необходимого для двигателей.

### 4.2. Основная литература

1. Баширов, Р. М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета : учебник / Р. М. Баширов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-2741-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://reader.lanbook.com/book/96242
2. Шишмарёв, В. Ю. Диагностика и надежность автоматизированных систем : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 341 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11452-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/517966

### 4.3. Дополнительная литература

1. Автомобильные двигатели. Рабочие процессы, конструкция, основы расчёта и эксплуатации : учебник / Н. Г. Фаталиев, М. М. Аливагабов, А. Х. Бекеев, М. А. Арсланов. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2018. — 316 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://reader.lanbook.com/book/113001
2. Эксплуатационные материалы : учебник / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, А. А. Глущенко, А. Л. Хохлов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 528 с. — ISBN 978-5-8114-3799-3. — Текст

: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://reader.lanbook.com/book/123674#1

### 4.4. Электронные образовательные ресурсы

1. Курс «Теплообменные аппараты энергоустановок»
URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=11371

### 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее ПО:
Операционная система Windows 7 и выше, Офисные приложения Microsoft Office.

### 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для освоения дисциплины рекомендуются следующие сайты информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

http://минобрнауки.рф/ - Министерство образования и науки РФ;
http://fcior.edu.ru/ - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов;
http://fgosvo.ru/ - Портал Федеральных государственных образовательных стандартов;
http://www.consultant.ru/ - Справочная правовая система «Консультант Плюс»;
http://www.garant.ru/ - Справочная правовая система «Гарант»;
http://www.edu.ru/ - Российское образование. Федеральный портал;
http://www.opengost.ru/ - Сайт, содержащий полные тексты нормативных документов.

Перечень информационных систем:

Научная библиотека Московского политехнического университета. http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog

База данных содержит в себе 102678 учебных материалов различной направленности 1939 из которых полнотекстовые. Доступ к электронному каталогу можно получить с любого устройства, имеющим подключение к интернету.

Электронный каталог БИЦ МГУП.
http://mgup.ru/library/
Электронный каталог позволяет производить поиск по базе данных библиотеки МГУП.

ЭБС издательства «ЛАНЬ».
https://e.lanbook.com/
ЭБС «ЛАНЬ» - ресурс, предоставляющий online-доступ к научным журналам и полнотекстовым коллекциям книг различных издательств.

Доступ к ЭБС издательства «ЛАНЬ» осуществляется со всех компьютеров университета.

ЭБС «Polpred».
http://polpred.com/news
ЭБС представляет собой архив важных публикаций, собираемых вручную. База данных с рубрикатором: 53 отрасли/ 600 источников/ 9 федеральных округов РФ/ 235 стран и территорий/ главные материалы/ статьи и интервью 8000 первых лиц. Для доступа к полным текстам ЭБС с компьютеров на территории учебных корпусов университета авторизация не требуется.

«КиберЛенинка» - научная библиотека открытого доступа.
http://cyberleninka.ru/
Это научная электронная библиотека открытого доступа (Open Access).

Библиотека комплектуется научными статьями, публикациями в журналах России и ближнего зарубежья. Научные тексты, представленные в библиотеке, размещаются в интернете бесплатно, в открытом доступе. Пользователям библиотеки предоставляется возможность читать научные работы с экрана планшета, мобильного телефона и других современных мобильных устройств.

Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU».

http://elibrary.ru/defaultx.asp

Крупнейшая в России электронная библиотека научных публикаций, обладающая богатыми возможностями поиска и анализа научной информации. Библиотека интегрирована с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ) - созданным по заказу Минобрнауки РФ бесплатным общедоступным инструментом измерения публикационной активности ученых и организаций.

Реферативная и наукометрическая электронная база данных «Scopus».

https://www.scopus.com/home.uri

Индексирует не менее 20500 реферируемых научных журналов, которые издаются не менее чем 5000 издательствами и содержат не менее 47 млн. библиографических записей, из которых не менее 24 млн. включают в себя списки цитируемой литературы.

База данных «Knovel» издательства «Elsevir».

https://app.knovel.com/web/

Полнотекстовая база данных для поиска инженерной информации и поддержки принятия инженерных решений.

Доступ к электронным базам данных «Scopus» и «Knovel» осуществляется круглосуточно через сеть Интернет в режиме он-лайн по IP-адресам, используемым университетом для выхода в сеть Интернет.

Поисковые интернет-системы: Google, Yandex, Yahoo, Mail, Rambler, Bing и др.

Информационная система предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных Интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно- методической библиотеке для общего и профессионального образования. Доступ с любого компьютера, подключенного к Интернет.

## 5. Материально-техническое обеспечение

1) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-222 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

2) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-223 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

3) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-224 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

4) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Н-406 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

5) Комплекты мебели для учебного процесса.

6) Мультимедийное оборудование: Экран для проектора, переносной ноутбук, переносной проектор.

## 6. Методические рекомендации

### 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов

решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомится с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность исодержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

### 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины осуществляется при контактной работе с преподавателем и в процессе самостоятельной работы. Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы и взять в библиотеке издания в твёрдой копии (необходимо иметь при себе читательский билет и уметь пользоваться электронным каталогом).

Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети «Интернет» организован в читальных залах библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Пользование информационными ресурсами расширяет возможности освоения теоретического курса, выполнения самостоятельной работы и позволяет получить информацию для реализации творческих образовательных технологий: выполнения реферата на заданную или самостоятельно выбранную тему в рамках тематики дисциплины.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и с

материалами, полученными на лекционных занятиях. Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать, перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем-консультантом и студентами, направленное на разрешение проблем и внесение позитивных изменений в деятельность студентов.

## 7. Фонд оценочных средств

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов предусмотрен фонд оценочных средств (ФОС), позволяющий оценить достижение запланированных результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций. Фонд оценочных средств состоит из комплектов контрольно-оценочных средств. Комплекты контрольно-оценочных средств включают в себя контрольно-оценочные материалы, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

### 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

Оценивание и контроль сформированности компетенций осуществляется с помощью текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Для этого семестр делится на три периода. По окончанию первого периода (контрольная точка 1 (КТ1)) проводится собеседование со студентами по изученному на данный момент материалу. По окончанию второго периода обучения (КТ2) проводится аналогичная процедура. Третий период заканчивается промежуточной аттестацией по всему пройдённому материалу.

Текущий контроль успеваемости студентов предназначен для повышения мотивации студентов к систематическим занятиям, оценивания степени усвоения студентами учебного материала. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение периода теоретического обучения семестра по всем видам аудиторных занятий и самостоятельной работы студента.

К формам контроля текущей успеваемости по дисциплине относится собеседование и тестирование. Критерии прохождения студентами текущего контроля следующие. При текущем контроле успеваемости обучающихся применяется система оценивания в виде отметки «зачтено» и «не зачтено».

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются преподавателем при проведении промежуточной аттестации. Отставание студента от графика текущего контроля успеваемости по изучаемой дисциплине приводит к образованию текущей задолженности.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра. Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных профессиональных компетенций.

## 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

При контроле успеваемости используется следующая шкала оценивания:

| Шкала оценивания | Критерии оценивания |
|---|---|
| «отлично» | студент должен: продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний материала; исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; правильно формулировать определения; продемонстрировать умения самостоятельной работы с нормативно-правовой литературой; уметь сделать выводы по излагаемому материалу |
| «хорошо» | студент должен: продемонстрировать достаточно полное знание материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; продемонстрировать умение ориентироваться в нормативно-правовой литературе; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу |
| «удовлетворительно» | студент должен: продемонстрировать общее знание изучаемого материала; знать основную рекомендуемую программой дисциплины учебную литературу; уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; |
| «неудовлетворительно» | ставится в случае: незнания значительной части программного материала; не владения понятийным аппаратом дисциплины; существенных ошибок при изложении учебного материала; неумения строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумения делать выводы по излагаемому материалу. |

При текущем контроле успеваемости с помощью тестов выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно более 75% заданий теста (набрано более 15 баллов).

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно менее 75% (набрано менее 15 баллов).

## 7.3. Оценочные средства

**Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке (КТ1). Вопросы для собеседования со студентами**

1. ГТУ и ГТД в энергетике, теплоснабжении, на транспорте.
2. Схемы ГТУ, назначение основных элементов.
3. Особенности использования ГТУ в качестве энергетической установки транспортного средства (преимущества и недостатки по сравнению с поршневыми двигателями).
4. Карнотизация цикла. Регенерация тепла отработавших газов: тепловые диаграммы циклов ГТУ без теплообменника и с теплообменником.
5. Влияние теплообменника на топливную экономичность, стоимость, срок службы, габариты.
6. Класификация теплообменников по схеме взаимного направления потоков теплоносителей: прямоток, противоток, перекрестный ток, многоходовой

перекрестный ток при общем противоточном движении, зет- и икс-образные схемы.

7.Классификация теплообменников по способу переноса тепла: рекуператоры и регенераторы.

8.Поверхности с пропускной способностью (насадочные поверхности): сетчатая, пористая поверхность теплообмена, насыпная матрица.

9.Поверхности теплообмена. Гладкотрубная поверхность теплообмена.

10.Трубчато-ребристая поверхность теплообмена.

11.Пластинчатая поверхность теплообмена.

12.Пластинчато-ребристая поверхность теплообмена.

13.Характеристики поверхностей теплообмена.

14.Гидравлический (эквивалентный) диаметр.

15.Коэффициент фронтового сечения (коэффициент фронта).

16.Коэффициент компактности.

17.Составляющие потерь давления.

18.Коэффициент компактности.

19.Гидравлическое сопротивление теплообменных аппаратов.

20.Гидравлическое сопротивление матрицы.

**Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке (КТ2). Вопросы для собеседования со студентами**

1.Получение эффекта от оребрения, ребро минимальной массы.

2. Теплоотдача теплообменных аппаратов поверхностного типа.

3. Использование теория подобия для процессов теплообмена.

4.Средний и местный коэффициенты теплоотдачи.

5.Критерии подобия.

6.Решение внутренней задачи теплообмена с помощью критериальных уравнений.

7.Коэффициент эффективности ребра.

8.Коэффициент эффективности оребренной поверхности, коэффициент теплоотдачи через оребренную поверхность.

9.Влияние загрязнения на теплогидравлические характеристики поверхности теплообмена.

10.Теплогидравлические характеристики типовых поверхностей теплообмена

11.Влияние свойств теплоносителя на основные показатели теплообменника.

12. Методика расчета дискового вращающегося регенератора.

13.Особенности теплогидравлического расчета рекуператоров

14.Среднеинтегральный температурный напор, его значение при противотоке при равенстве водяных эквивалентов.

15.Эффективность теплообменника. Число единиц переноса теплоты.

16.Последовательность расчета рекуператора при прямой задаче.

17.Последовательность расчета рекуператора при обратной задаче.

18.Теплообменные аппараты регенеративного типа

19.Особенности использования среднеинтегрального температурного напора при расчете

регенератора.

20.Дисковые регенераторы.

21.Обобщенные характеристики. Основы расчета переходных режимов теплообменника.
22.Технико-экономические требования к теплообменным аппаратам.

23.Характеристики теплообменников

24.Основы конструирования теплообменников.

25.Конструкция современных теплообменников с неподвижной матрицей: используемые материалы, методы изготовления, примеры выполненных конструкций, соединительные трубопроводы, компоновочные решения.

26.Конструкция современных теплообменников роторного типа: способы уплотнений и обеспечение надежности их работы, привод, используемые материалы и методы изготовления, примеры выполнения конструкций, особенности конструкции теплообменников некоторых фирм.

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации успеваемости.**
**Вопросы для собеседования со студентами.**

*Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ОПК-5, на промежуточной аттестации оцениваются ответы на приведенные вопросы:*

1. ГТУ и ГТД в энергетике, теплоснабжении, на транспорте.

2. Схемы ГТУ, назначение основных элементов.

3.Особенности использования ГТУ в качестве энергетической установки транспортного

средства (преимущества и недостатки по сравнению с поршневыми двигателями).

4. Карнотизация цикла. Регенерация тепла отработавших газов: тепловые диаграммы

циклов ГТУ без теплообменника и с теплообменником.

5.Влияние теплообменника на топливную экономичность, стоимость, срок службы,

габариты.

6. Класификация теплообменников по схеме взаимного направления потоков

теплоносителей: прямоток, противоток, перекрестный ток, многоходовой

перекрестный ток при общем противоточном движении, зет- и икс-образные схемы.

7.Классификация теплообменников по способу переноса тепла: рекуператоры и

регенераторы.

8.Поверхности с пропускной способностью (насадочные поверхности): сетчатая,

пористая поверхность теплообмена, насыпная матрица.

9.Поверхности теплообмена. Гладкотрубная поверхность теплообмена.

10.Трубчато-ребристая поверхность теплообмена.

11.Пластинчатая поверхность теплообмена.

12.Пластинчато-ребристая поверхность теплообмена.

13.Характеристики поверхностей теплообмена.

14.Гидравлический (эквивалентный) диаметр.

15.Коэффициент фронтового сечения (коэффициент фронта).

16.Коэффициент компактности.

17.Составляющие потерь давления.

18.Коэффициент компактности.

19.Гидравлическое сопротивление теплообменных аппаратов.

20.Гидравлическое сопротивление матрицы.

21.Получение эффекта от оребрения, ребро минимальной массы.

22. Теплоотдача теплообменных аппаратов поверхностного типа.

23. Использование теория подобия для процессов теплообмена.

24.Средний и местный коэффициенты теплоотдачи.

25.Критерии подобия.

26.Решение внутренней задачи теплообмена с помощью критериальных уравнений.

27.Коэффициент эффективности ребра.

28.Коэффициент эффективности оребренной поверхности, коэффициент теплоотдачи через оребренную поверхность.

29.Влияние загрязнения на теплогидравлические характеристики поверхности теплообмена.

30.Теплогидравлические характеристики типовых поверхностей теплообмена

31.Влияние свойств теплоносителя на основные показатели теплообменника.

32. Методика расчета дискового вращающегося регенератора.

33.Особенности теплогидравлического расчета рекуператоров

*Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-3, на промежуточной аттестации оцениваются ответы на приведенные вопросы:*

34.Среднеинтегральный температурный напор, его значение при противотоке при равенстве водяных эквивалентов.

35.Эффективность теплообменника. Число единиц переноса теплоты.

36.Последовательность расчета рекуператора при прямой задаче.

37.Последовательность расчета рекуператора при обратной задаче.

38.Теплообменные аппараты регенеративного типа

39.Особенности использования среднеинтегрального температурного напора при расчете регенератора.

40.Дисковые регенераторы.

41.Обобщенные характеристики. Основы расчета переходных режимов теплообменника.

42.Технико-экономические требования к теплообменным аппаратам.

43.Характеристики теплообменников

44.Основы конструирования теплообменников.

45.Конструкция современных теплообменников с неподвижной матрицей: используемые материалы, методы изготовления, примеры выполненных конструкций, соединительные трубопроводы, компоновочные решения.

46.Конструкция современных теплообменников роторного типа: способы уплотнений и обеспечение надежности их работы, привод, используемые материалы и методы изготовления, примеры выполнения конструкций, особенности конструкции теплообменников некоторых фирм.