Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»**

Кафедра летательных аппаратов

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

*«Б1.Д.Б.26 Термодинамика и теплопередача самолетов и вертолетов»*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
*24.03.04 Авиастроение*
(код и наименование направления подготовки)

*Самолето- и вертолетостроение*
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
*Бакалавр*

Форма обучения
*Очная*

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.Б.26 Термодинамика и теплопередача самолетов и вертолетов*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра летательных аппаратов
*наименование кафедры*

протокол № 8 от " 12 " марта 20 26 г.
И.о заведующего кафедрой
Кафедра летательных аппаратов _____ А.И. Сергеев
*наименование кафедры* *подпись* *расшифровка подписи*

*Исполнители:*
доцент каф. ЛА _____ А.Г. Магдин
*должность* *подпись* *расшифровка подписи*

_____ _____ _____
*должность* *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
24.03.04 Авиастроение _____ А.И. Сергеев
*код наименование* *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
_____ С.А. Биктимирова
*личная подпись* *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству от Аэрокосмического института
_____ А.М. Черноусова
*личная подпись* *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Магдин А.Г., 2026
© ОГУ, 2026

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель** освоения дисциплины:

получение знаний об основных законах термодинамики и теплопередачи, о закономерностях энергетических преобразований в авиационных двигателях и энергоустановках, о вопросах теплообмена в авиационных конструкциях при их эксплуатации.

**Задачи:**

- анализ термодинамических систем, выработка практических навыков по расчету термодинамических процессов, а также расчету тепловых режимов отдельных узлов и агрегатов силовых установок летательных аппаратов;
- овладение количественными и качественными методами термодинамического анализа процессов и циклов тепловых двигателей и аппаратов;
- формирование методологического подхода к оценке термодинамических и тепло- и массообменных процессов.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.25 Компьютерная графика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.14 Электрооборудование летательных аппаратов*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Код и наименование формируемых компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | ОПК-1-В-1 Знать теорию и основные законы в области естественнонаучных и общеинженерных дисциплин<br>ОПК-1-В-2 Уметь применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности<br>ОПК-1-В-3 Уметь применять методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной | **Знать:**<br>- теорию термодинамических систем, термодинамического процесса;<br>- законы истечения и смешения газов и паров.<br>**Уметь:**<br>- проводить исследование адиабатного истечения газов методами теоретического и экспериментального исследования.<br>**Владеть:**<br>- навыками исследования теплоотдачи и теплопроводности материалов методами имитационного моделирования. |

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

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

| Вид работы | Трудоемкость, академических часов | |
|---|---|---|
| | 3 семестр | всего |
| **Общая трудоёмкость** | **144** | **144** |
| **Контактная работа:** | **52,25** | **52,25** |
| Лекции (Л) | 18 | 18 |

| Вид работы | Трудоемкость, академических часов | |
|---|---|---|
| | 3 семестр | всего |
| Лабораторные работы (ЛР) | 34 | 34 |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен) | 0,25 | 0,25 |
| **Самостоятельная работа:**<br>*- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;*<br>*- подготовка к лабораторным занятиям;*<br>*- подготовка к рубежному контролю и т.п.;*<br>*- выполнение комплексного задания и т.п.)* | **91,75** | **91,75** |
| **Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)** | **зачет** | |

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеауд. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 1 | Основные понятия в термодинамике | 12 | 2 | | | 10 |
| 2 | Основные термодинамические процессы идеальных газов | 12 | 2 | | | 10 |
| 3 | Водяной пар и его свойства | 12 | 2 | | | 10 |
| 4 | Влажный воздух | 12 | 2 | | | 10 |
| 5 | Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания | 12 | 2 | | | 10 |
| 6 | Истечение газов и паров | 24 | 2 | | 12 | 10 |
| 7 | Циклы паротурбинных и холодильных установок | 36 | 2 | | 22 | 12 |
| 8 | Смешение газов и паров | 12 | 2 | | | 10 |
| 9 | Основы химической термодинамики | 12 | 2 | | | 10 |
| | Итого: | 144 | 18 | | 34 | 92 |
| | Всего: | 144 | 18 | | 34 | 92 |

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

**1 Основные понятия в термодинамике**
1.1 Основные понятия в термодинамике
1.2 Термические параметры
1.3 Уравнение состояния идеального газа
1.4 Смеси идеальных газов

**2 Основные термодинамические процессы идеальных газов**
2.1 Изохорный процесс
2.2 Изобарный процесс
2.3 Изотермический процесс
2.4 Адиабатный процесс
2.5 Политропный процесс

**3 Водяной пар и его свойства**
3.1 Основные понятия и определения
3.2 Парообразование при постоянном давлении
3.3 Определение параметров воды и водяного пара
*3.4 hs*-диаграмма водяного пара

**4 Влажный воздух**
4.1 Основные понятия и определения
4.2 Расчет параметров влажного воздуха
*4.3 hd*-диаграмма влажного воздуха

**5 Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания**

5.1 Общие сведения
5.2 Цикл с изохорным подводом теплоты (цикл Отто)
5.3 Цикл с изобарным подводом теплоты (цикл Дизеля)
5.4 Цикл со смешанным подводом теплоты
5.5 Сравнение циклов поршневых ДВС

**6 Истечение газов и паров**
6.1 Уравнение первого закона термодинамики для потока
6.2 Основные уравнения адиабатного течения в каналах
6.3 Адиабатное истечение из суживающегося сопла
6.4 Истечение идеального газа из сопла Лаваля
6.5 Истечение газов и паров с учетом трения

**7 Циклы паротурбинных и холодильных установок**
7.1 Паровой цикл Карно. Цикл Ренкина
7.2 Способы повышения эффективности ПТУ
7.3 Обратные тепловые циклы. Обратный цикл Карно
7.4 Цикл воздушной холодильной установки
7.5 Цикл паровой холодильной установки
7.6 Тепловой насос. Кондиционеры. Термотрансформаторы

**8 Смешение газов и паров**
8.1 Процесс смешения в постоянном объеме
8.2 Процесс смешения потоков
8.3 Смешение при заполнении объема
8.4 Изменение энтропии при смешении

**9 Основы химической термодинамики**
9.1 Химические реакции
9.2 Тепловой эффект реакции
9.3 Изобарно-изотермический потенциал
9.4 Изменение термодинамических свойств веществ при химических превращениях

### 4.3 Лабораторные работы

| № ЛР | № раздела | Наименование лабораторных работ | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1 | 6 | Исследование теплоотдачи при вынужденном движении воздуха в трубе. | 4 |
| 2 | 6 | Исследование теплоотдачи методом имитационного моделирования процесса теплообмена. | 2 |
| 3 | 6 | Изучение процесса адиабатного истечения газа через сужающееся сопло. | 4 |
| 4 | 6 | Изучение процесса адиабатного истечения газа методом имитационном моделировании. | 2 |
| 5 | 7 | Определение теплопроводности твердых материалов методом пластины при имитационном моделировании процесса теплообмена | 4 |
| 6 | 7 | Определение коэффициента излучения электропроводящих материалов. | 2 |
| 7 | 7 | Определение коэффициента излучения электропроводящих материалов калориметрическим методом при имитационном моделировании процесса теплообмена. | 4 |
| 8 | 7 | Исследование теплоотдачи при естественной конвекции. | 2 |
| 9 | 7 | Исследование теплоотдачи при естественной конвекции около вертикального цилиндра в атмосфере различных газов методом имитационного моделирования процесса теплообмена. | 4 |
| 10 | 7 | Исследование теплоотдачи при естественной конвекции. | 2 |
| 11 | 7 | Исследование теплоотдачи при естественной конвекции около горизонтального цилиндра методом имитационного моделирования процесса теплообмена. | 4 |
| | | Итого: | 34 |

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Бершадский, В. А. Расчёт и анализ термодинамических циклов тепловых машин : учебное пособие : [16+] / В. А. Бершадский ; Технологический университет. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2019. – 56 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=572171 (дата обращения: 16.04.2024). – Библиогр.: с. 31. – ISBN 978-5-4499-0550-5. – Текст : электронный.

2. Островская, А. В. Теоретические основы теплотехники. Техническая термодинамика: учебное пособие / А. В. Островская, В. Н. Королёв; науч. ред. Б. Г. Сапожников ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2020. – 242 с.: схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699090 – Библиогр.: с. 207-208. – ISBN 978-5-7996-3089-8. – Текст: электронный.

### 5.2 Дополнительная литература

1. Нащокин, В. В. Техническая термодинамика и теплопередача [Текст] : учеб. пособие для неэнерг. спец. вузов / В.В. Нащокин .- 3-е изд., испр. и доп. - М. : Высш. шк., 1980. - 469 с. : ил.. - Библиогр. в конце текста.

2. Теоретические основы теплотехники : учебное пособие : [16+] / П. А. Батраков, В. С. Виниченко, Н. А. Озеров, В. В. Лупенцов ; Омский государственный технический университет. – Омск: Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2020. – 180 с.: ил., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682942 – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-3165-8. – Текст: электронный.

### 5.3 Периодические издания

1. Справочник. Инженерный журнал: журнал - М. : Агентство "Роспечать",
2014. – N 1 – 11,
2015. - N 1– 9,
2. Полет : журнал. - М. : Агентство "Роспечать",
2015. - N 1-6.

### 5.4 Интернет-ресурсы

1. http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/thermodynamics.htm - Молекулярная физика, термодинамика, теория горения, EqWorld.

2. https://www.sgu.ru/sites/default/files/page/files/292012moleklab28610.pdf - Физический практикум. Часть 1.

### 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Операционная система РЕД ОС.
2. Пакет офисных приложений «МойОфис Образование»
3. Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс https://yandex.ru/..
4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2026]. – Режим доступа в сети ОГУ http://garant.net.osu.ru
5. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.

## 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория термодинамики, оснащенная типовым комплектом оборудования для лаборатории «Теплотехника и термодинамика» ММТП и ММТД.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.