

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ КАМЕР СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

|  |  |
|--|--|
| Направление/специальность подготовки       | 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей        |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок |
| Уровень высшего образования                | Специалитет  |
| Форма обучения                             | Очная  |
| Факультет                                  | А Ракетно-космическая техника                                    |
| Выпускающая кафедра                        | А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ             |
| Кафедра-разработчик рабочей программы      | А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ             |

| КУРС  | СЕМЕСТР | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ<br>(ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ) | ЧАСЫ (по наличию видов занятий) |                    |        |                           |                         |                        |                 |                 |                               | ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО<br>КОНТРОЛЯ |
|-------|---------|---|---------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
|       |         |   | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ              | АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ |        |                           |                         | САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА |                 |                 |                               |                                |
|       |         |   |                                 | ВСЕГО              | ЛЕКЦИИ | ЛАБОРАТОРНЫЙ<br>ПРАКТИКУМ | ПРАКТИЧЕСКИЕ<br>ЗАНЯТИЯ | ВСЕГО                  | КУРСОВОЙ ПРОЕКТ | КУРСОВАЯ РАБОТА | ДРУГИЕ ВИДЫ<br>САМОСТ. РАБОТЫ |                                |
| 4     | 8       | 3                                       | 108                             | 51                 | 17     | 0                         | 34                      | 57                     | 0               | 0               | 57                            | диф.<br>зач.                   |
| 5     | 9       | 3                                       | 108                             | 34                 | 0      | 0                         | 34                      | 74                     | 36              | 0               | 38                            | зач.                           |
| ВСЕГО |         | 6                                       | 216                             | 85                 | 17     | 0                         | 68                      | 131                    | 36              | 0               | 95                            |                                |

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ \_\_\_\_\_

Юнаков Леонид Павлович, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ КАМЕР СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-1.1 — Способен разрабатывать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей и стендового оборудования

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### ***ПСК-1.1***

*знания:*

знание конструкторской документации на детали и узлы камер сгорания двигателей;

*умения:*

разработать конструкторскую документацию на детали и узлы камер сгорания двигателей;

*навыки:*

разработки конструкторской документации на детали и узлы камер сгорания двигателей.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ КАМЕР СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ, ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ И РАБОЧИЕ ТЕЛА, АЭРОГАЗОДИНАМИКА, ТЕПЛОПЕРЕДАЧА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-4 — Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ОПК-6 — Способен осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники
- ПСК-1.3 — Способен выполнять расчёты простых систем, деталей и узлов

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

| КУРС                | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц  | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме |        |                      | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % |
|---------------------|---------|---|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|
|                     |         |   |       | ВСЕГО                                 | Лекции | Практические занятия |                                  | ПСК-1.1                    |
| 4                   | 8       | Раздел 1. Общие сведения о камерах сгорания (КС) газотурбинных двигателей (ГТД). Схемы КС. 1.1 Назначение и требования к КС ГТУ. Общее устройство КС. 1.2 Типы КС: Трубчатая КС, индивидуальная трубчатая КС, трубчато-кольцевая КС, кольцевая КС. 1.3 Организация процесса горения в КС ГТУ. | 16    | 6                                     | 4      | 2                    | 10                               | 20                         |
| 4                   | 8       | Раздел 2. Конструкция и расчет основных элементов КС. 2.1 Диффузор. 2.2 Фронтное устройства. 2.3 Форсунки. 2.4 Жаровая труба. 2.5. Наружный корпус и.внутренний корпус КС.  | 38    | 18                                    | 6      | 12                   | 20                               | 20                         |
| 4                   | 8       | Раздел 3. Расчет параметров и характеристик КС. 3.1 Геометрические характеристики КС. 3.2 Гидравлическое сопротивление КС. 3.3. Охлаждение жаровой трубы. Температуры элементов КС. 3.4 Температурное поле продуктов сгорания в КС. 3.5 Эмиссия вредных веществ.                              | 54    | 27                                    | 7      | 20                   | 27                               | 20                         |
| Всего за 8 семестр  |         |   | 108   | 51                                    | 17     | 34                   | 57                               | 60                         |
| 5                   | 9       | Раздел 4. Расчет и проектирование камеры сгорания ГТД. Курсовое проектирование камеры сгорания газотурбинного двигателя.  | 108   | 34                                    | 0      | 34                   | 74                               | 40                         |
| Всего за 9 семестр  |         |   | 108   | 34                                    | 0      | 34                   | 74                               | 40                         |
| Всего по дисциплине |         |   | 216   | 85                                    | 17     | 68                   | 131                              | 100                        |

#### 3.2. Аудиторный практикум

| № п/п              | Номер и наименование раздела дисциплины  | Тема практического занятия  | Объем, ауд. часов |
|--------------------|--|---|-------------------|
| 1                  | Раздел 1. Общие сведения о камерах сгорания (КС) газотурбинных двигателей (ГТД). Схемы КС. | Устройство: 1) Трубчатой КС. 2) Индивидуальной трубчатой КС. 3) Трубчато-кольцевой КС 4) Кольцевой КС.  | 2                 |
| 2                  | Раздел 2. Конструкция и расчет основных элементов КС.                                      | Изучение конструкции: 1) Диффузора. 2) Фронтное устройства. 3) Форсунки. 4) Жаровой трубы. 5) Наружный корпус и.внутренний корпус КС.   | 12                |
| 3                  | Раздел 3. Расчет параметров и характеристик КС.  | Расчет: 1) Геометрических характеристик КС. 2) Гидравлического сопротивления КС. 3) Температурного поля продуктов сгорания в КС. 4) Температуры элементов КС 5) Эмиссии вредных веществ | 20                |
| Всего за 8 семестр |  |   | 34                |
| 4                  | Раздел 4. Расчет и проектирование камеры сгорания ГТД.                                     | Расчет температур элементов КС и оценка неравномерности температурного поля на выходе из КС   | 6                 |
| 5                  |  | Разбор практических вопросов расчета и проектирования камер сгорания ГТД.   | 18                |
| 6                  |  | Расчет гидравлического сопротивления КС   | 6                 |
| 7                  |  | Расчет геометрии КС   | 4                 |
| Всего за 9 семестр |  |   | 34                |

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины  | Содержание учебного задания                 | Объем, часов |
|-------|--|---|--------------|
| 1     | Раздел 1. Общие сведения о камерах сгорания (КС) газотурбинных двигателей (ГТД). Схемы КС. | Проработка теоретического материала         | 10           |
| 2     | Раздел 2. Конструкция и расчет основных элементов КС.                                      | Проработка теоретического материала         | 10           |
| 3     |  | Оформление отчета по практическому заданию. | 10           |

|                    |  |   |    |
|--------------------|--|---|----|
| 4                  | Раздел 3. Расчет параметров и характеристик КС.        | Проработка теоретического материала                       | 10 |
| 5                  |  | Оформление отчета по практическому заданию.               | 17 |
| Всего за 8 семестр |  |   | 57 |
| 6                  | Раздел 4. Расчет и проектирование камеры сгорания ГТД. | Подготовка и оформление материалов для курсового проекта. | 44 |
| 7                  |  | Оформление отчета по практическому заданию.               | 30 |
| Всего за 9 семестр |  |   | 74 |

### 3.4. Курсовой проект

| СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА  | ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра) | ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час) |
|---|-------------------------------------|-------------------------|
| Этап 1. Формирование задания. Анализ конструкций КС двигателей - аналогов | 1 - 2                               | 4                       |
| Этап 2. Расчет рабочих и конструктивных параметров КС                     | 3 - 10                              | 14                      |
| Этап 3. Разработка конструкции КС   | 2 - 16                              | 18                      |
| <b>Всего за 9 семестр</b>   |                                     | 36                      |

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| СЕМЕСТР | НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА |   |   |   |   |    |   |     |   |    |    |    |    |                 |    |    |                |
|---------|-----------------|---|---|---|---|----|---|-----|---|----|----|----|----|-----------------|----|----|----------------|
|         | 1               | 2 | 3 | 4 | 5 | 6  | 7 | 8   | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14              | 15 | 16 | 17             |
| 8       |                 |   |   |   |   | ДР |   | ВПЗ |   | ДР |    |    |    | Отч. по ПЗ, ВПЗ |    | ДР | ВПЗ, диф. зач. |
| 9       |                 |   |   |   |   | ДР |   |     |   | ДР |    |    |    |                 |    | ДР | КП, зач.       |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- КП – курсовой проект;
- диф. зач. – дифференцированный зачет;
- зач. – зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- курсовой проект.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 2 Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
2. В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. . Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок. Москва: Машиностроение, 2020, эл. рес.
3. Л. П. Юнаков. . Основы теории авиационных газотурбинных двигателей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
4. Л. П. Юнаков, А. И. Мустейкис, А. А. Левихин. . Термодинамический расчёт ТРДД и ТРДДФ. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 44 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ КАМЕР СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-1.1 Способен разрабатывать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей и стендового оборудования.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теорией и проектирование камер сгорания газотурбинных двигателей (ГТД). Изучаются вопросы методологии проектирования, разработки конструкций ГТД, выбора, определения, расчета элементов конструкций ГТД.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- курсовой проект.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**68 ч.**), самостоятельная работа студента (**131 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 85 ч. аудиторных занятий, и 131 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

| Наименование работы   | Рекомендуемая литература   | Трудоемкость, час. |
|---|--|--------------------|
| <b>Раздел 1. Общие сведения о камерах сгорания (КС) газотурбинных двигателей (ГТД). Схемы КС.</b> |  |                    |
| Проработка теоретического материала   | А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 2 Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (6)<br>В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. . Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Москва: Машиностроение, 2020 (4) | 10                 |
| Итого по разделу 1  |  | 10                 |
| <b>Раздел 2. Конструкция и расчет основных элементов КС.</b>                                      |  |                    |
| Проработка теоретического материала   | В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. . Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Москва: Машиностроение, 2020 (4)  | 10                 |
| Оформление отчета по практическому заданию.   | А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 2 Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (6)  | 10                 |
| Итого по разделу 2  |  | 20                 |
| <b>Раздел 3. Расчет параметров и характеристик КС.</b>  |  |                    |
| Проработка теоретического материала   | В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. . Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Москва: Машиностроение, 2020 (4)  | 10                 |
| Оформление отчета по практическому заданию.   | А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 2 Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (6)  | 17                 |
| Итого по разделу 3  |  | 27                 |
| <b>Раздел 4. Расчет и проектирование камеры сгорания ГТД.</b>                                     |  |                    |
| Подготовка и оформление материалов для курсового проекта.   | Л. П. Юнаков. . Основы теории авиационных газотурбинных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2-3)<br>А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 2 Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (6)                                 | 44                 |
| Оформление отчета по практическому заданию.   | В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. . Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Москва: Машиностроение, 2020 (4)  | 30                 |

|                    |  |    |
|--------------------|--|----|
|                    | Л. П. Юнаков, А. И. Мустейкис, А. А. Левихин. . Термодинамический расчёт ТРДД и ТРДДФ: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1-4) |    |
| Итого по разделу 4 |  | 74 |

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- курсовой проект;
- дифференцированный зачет;
- зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Отчет по практическому заданию

Отчет по практическому заданию представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практическому занятию.

Прием отчета проходит в форме доклада студента и ответов на вопросы преподавателя.

Критерии оценивания: отчет считается принятым при получении не менее двух правильных ответов по теме ПЗ. Перечень вопросов входит в состав УМК дисциплины.

Отчет подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимого графического материала;
- некорректной обработки результатов;
- низкое качество графического материала.

Варианты заданий представлены в УМК дисциплины.

#### Вопросы/задания по темам ПЗ

Проверяется выполнение практических заданий, решаемых для получения расчетных данных, необходимых для выполнения курсового проекта по дисциплине.

Задание считается выполненным при получении достоверного результата.

Примеры практических заданий представлены в УМК дисциплины.

#### Курсовой проект

Курсовой проект представляется в печатном виде в формате, соответствующим «Положению по содержанию, оформлению, организации выполнения и защиты курсовых проектов и курсовых работ БГТУ.

Защита курсового проекта проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы членов комиссии. В ходе защиты КП обучающиеся должны продемонстрировать культуру речи при изложении своих мыслей, логичность в постановке и изложении материала, необходимые начальные знания по существу обсуждаемой темы.

В случае, если оформление курсового проекта и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает оценку:

- оценка «отлично» выставляется, при правильном выполнении курсового проекта, правильных ответов студента на вопросы преподавателя от 90 до 100%;
- оценка «хорошо» выставляется, при незначительных ошибках в содержании курсового проекта, правильных ответов студента на вопросы преподавателя от 75 до 90%;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, при незначительных ошибках в содержании курсового проекта, правильных ответов студента на вопросы преподавателя от 50 до 75%.
- оценка «не защитил» выставляется, при значительных ошибках в содержании курсового проекта, при допущении принципиальных ошибок в ответах на вопросы преподавателя - правильных ответов менее 50%.

Варианты тем курсовых проектов представлены в УМК дисциплины.

#### Дифференцированный зачет (семестр 8)

Промежуточная аттестация по дисциплине в 8 семестре проводится в форме дифференцированного зачета, к сдаче которого допускаются обучающиеся при условии выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных программой дисциплины в 8 семестре. Оценка за дифференцированный зачет выставляется по результатам ответов на вопросы билета к дифференцированному зачету, в билете два вопроса. Оценивается полнота и правильность ответа по билету.

Оценка «зачтено-удовлетворительно»: ответ строго по билету, полнота ответа 60-80% по каждому вопросу.

Оценка «зачтено-хорошо»: ответ по билету не менее 80% по каждому вопросу.

Оценка «зачтено-отлично»: ответ по билету не менее 80% по каждому вопросу, ответы на 2-3 дополнительных вопроса из списка со степенью полноты ответа не менее 50% по каждому.

Оценка «не зачтено»: полнота ответа менее 60% по каждому вопросу билета.

Перечень вопросов к дифференцированному зачету входит в состав УМК дисциплины.

### **Зачет (семестр 9)**

Промежуточная аттестация по дисциплине в 9 семестре проводится в форме зачета.

Отметка "зачтено" выставляется при успешной защите курсового проекта и выполнении всех контрольных мероприятий, предусмотренных программой дисциплины в 9 семестре.

Паспорт фонда оценочных средств

| КУРС                | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц   | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме |        |                      | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % | НАИМЕНОВАНИЕ<br>ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА           |
|---------------------|---------|--|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|---|
|                     |         |  |       | ВСЕГО                                 | Лекции | Практические занятия |                                  | ПСК-1.1                    |   |
| 4                   | 8       | Раздел 1. Общие сведения о камерах сгорания (КС) газотурбинных двигателей (ГТД). Схемы КС. | 16    | 6                                     | 4      | 2                    | 10                               | 20                         | Отчет по практическому заданию                |
| 4                   | 8       | Раздел 2. Конструкция и расчет основных элементов КС.                                      | 38    | 18                                    | 6      | 12                   | 20                               | 20                         | Отчет по практическому заданию                |
| 4                   | 8       | Раздел 3. Расчет параметров и характеристик КС.  | 54    | 27                                    | 7      | 20                   | 27                               | 20                         | Отчет по практическому заданию                |
| Всего за 8 семестр  |         |  | 108   | 51                                    | 17     | 34                   | 57                               | 60                         |   |
| 5                   | 9       | Раздел 4. Расчет и проектирование камеры сгорания ГТД.                                     | 108   | 34                                    | 0      | 34                   | 74                               | 40                         | Курсовой проект, Вопросы/ задания по темам ПЗ |
| Всего за 9 семестр  |         |  | 108   | 34                                    | 0      | 34                   | 74                               | 40                         |   |
| Всего по дисциплине |         |  | 216   | 85                                    | 17     | 68                   | 131                              | 100                        |   |

**Оценочные материалы по дисциплине ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ  
КАМЕР СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

**ПСК-1.1 - Способен разрабатывать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей и стендового оборудования**

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Для обеспечения устойчивого процесса горения в камере сгорания необходимо:
- 1) снизить скорость воздуха, создать зоны малых скоростей, в зоне горения обеспечить близкое к стехиометрическому соотношению воздуха и горючего;
  - 2) увеличить скорость воздуха, предотвращать образование зоны малых скоростей, в зоне горения обеспечить соотношение воздуха и горючего значительно ниже стехиометрического;
  - 3) снизить скорость воздуха, предотвращать образование зоны малых скоростей, в зоне горения обеспечить соотношение воздуха и горючего значительно выше стехиометрического;
  - 4) увеличить скорость воздуха, создать зоны малых скоростей, в зоне горения обеспечить соотношение воздуха и горючего значительно выше стехиометрического
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
На каких физических эффектах основана работа стабилизаторов горения:
1. срыв потока при обтекании преград
  2. закрутка потока
  3. взаимодействие струй
  4. подогрев воздуха и топлива
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Назначение диффузора в камере сгорания является:
- 1) уменьшение скорости потока в камере сгорания;
  - 2) снижение сопротивления камеры сгорания
  - 3) увеличение статического давления перед жаровой трубой
  - 4) охлаждение жаровой трубы
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Для работы каких типов форсунок требуется большие давления подачи топлива
- 1) центробежные
  - 2) струйные
  - 3) пневматические
- № 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Описать принципиальную схему организации рабочего процесса камеры сгорания
- № 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Назвать и определить характеристики эффективности работы камеры сгорания
- № 7 Прочитайте текст и установите соответствие  
Приведите в соответствии позиции в соответствии расположению зон жаровой трубы
1. Первичная зона



2. Вторичная зона

3. Зона смешения

А. от 2-го или 3-го пояса основных отверстий до выходного сечения из КС

Б. от фронтального устройства до первого пояса основных отверстий

В. от первого пояса основных отверстий до 2-го или 3-го пояса основных отверстий

Г. от начала диффузора до форсунок

№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

Приведите в соответствие позиции в соответствии расположением зон жаровой трубы

1. Первичная зона

2. Вторичная зона

3. Зона смешения

А. от 2-го или 3-го пояса основных отверстий до выходного сечения из КС

Б. от фронтального устройства до первого пояса основных отверстий

В. от первого пояса основных отверстий до 2-го или 3-го пояса основных отверстий

Г. от начала диффузора до форсунок

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность процессов в первичной зоне горения

1. Распыление топлива

2. прогрев и испарение капель

3. смешение капель с воздухом и газами из зоны обратных токов

4. возгорание смеси

№ 10 Прочитайте текст и установите последовательность

В каком порядке улучшаются массо-габаритные характеристики камер сгорания

1. кольцевые камеры сгорания

2. трубчато-кольцевые камеры сгорания

3. трубчатые камеры сгорания

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Зона горения состоит из:

1) первичной зоны и промежуточной зоны;

2) промежуточной зоны и зоны смешения;

3) первичной зоны;

4) промежуточной зоны

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В промежуточной зоне происходит:

1) ввод воздуха в жаровую трубу и образование зоны обратных токов;

- 2) ввод воздуха в жаровую трубу и снижение температуры продуктов сгорания;
- 3) завершение процесса горения
- 4) выравнивание поля скорости потока