

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ»

Институт (факультет) **Институт авиации, наземного транспорта и энергетики**
(наименование института, в состав которого входит кафедра, ведущая дисциплину)

Кафедра **Реактивных двигателей и энергетических установок**
(наименование кафедры, ведущей дисциплину)

Регистрационный номер 1130/с- 57

АННОТАЦИЯ
к рабочей программе
дисциплины (модуля)
«Теория, расчет и проектирование РД»

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.01.01**

Направление подготовки: **24.03.05 «Двигатели летательных аппаратов»**

Квалификация: **бакалавр**

Профиль подготовки: **"Ракетные двигатели"**

Вид профессиональной деятельности: **проектно-конструкторская**

Разработана доцентом кафедры РДЭУ к.т.н. А.Н. Сабирзяновым

Казань 2017 г.

РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цель преподавания учебной дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины – вооружить студентов основополагающими знаниями в области теории, расчета и проектирования ракетных двигателей, привить практические навыки расчета параметров ракетных двигателей, умение использовать полученные ранее знания для решения нестандартных задач и новых проблем в теории ракетных двигателей.

1.2. Задачи учебной дисциплины (модуля)

Основные задачи дисциплины:

- вооружить студентов знаниями в области теории, расчета и проектирования ракетных двигателей;
- сформировать у студентов знания методов расчета параметров ракетных двигателей;
- привить студентам навыки расчета параметров ракетных двигателей;
- подготовить студентов к научно-исследовательской деятельности.

1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.01 «Теория, расчет и проектирование РД» входит в состав Вариативного модуля Блока 1 учебного плана дисциплин по выбору.

1.4. Объем дисциплины (модуля) (с указанием трудоемкости всех видов учебной работы)

Таблица 1

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

| Виды учебной работы | Общая трудоемкость | | Семестр | | | |
|---|--------------------|------------|------------|------------|-------------|------------|
| | в ЗЕ | в час | 6 | | 7 | |
| | | | в ЗЕ | в час | в ЗЕ | в час |
| Общая трудоемкость дисциплины (модуля) | 8 | 288 | 3 | 108 | 5 | 180 |
| Аудиторные занятия | 3,5 | 126 | 1,5 | 54 | 2 | 72 |
| Лекции | 2,5 | 90 | 1 | 36 | 1,5 | 54 |
| Лабораторные работы | 0,5 | 18 | 0,5 | 18 | | |
| Практические занятия | 0,5 | 18 | | | 0,5 | 18 |
| Самостоятельная работа студента | 4,5 | 162 | 1,5 | 54 | 3 | 108 |
| Проработка учебного материала | 2,5 | 90 | 1,5 | 54 | 1 | 36 |
| Курсовой проект | | | | | | |
| Курсовая работа | 1 | 36 | | | 1 | 36 |
| Подготовка к промежуточной аттестации | 1 | 36 | | | 1 | 36 |
| Промежуточная аттестация: | | | зачет | | экзамен, КР | |

1.5. Планируемые результаты обучения

Таблица 2

Формируемые компетенции

| Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) | Уровни освоения составляющих компетенций | | |
|--|---|--|---|
| | Пороговый | Продвинутый | Превосходный |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| <i>ОК-10 – способность творчески применять основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</i> | | | |
| Знать методы расчета основных параметров и моделирования рабочих процессов в РД. | Знать основы инженерных методов расчета основных параметров РД. | Знать методы расчета основных параметров и моделирования рабочих процессов в РД. | Знать методы детального расчета параметров РД, методы моделирования рабочих процессов, анализа и оценки их совершенства. |
| Уметь использовать законы естественнонаучных дисциплин для расчета основных параметров и моделирования рабочих процессов в РД. | Уметь использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для проведения оценочных расчетов основных параметров РД. | Уметь использовать законы естественнонаучных дисциплин для расчета основных параметров и моделирования рабочих процессов в РД. | Уметь использовать законы естественнонаучных дисциплин для детального расчета параметров РД, моделирования рабочих процессов, анализа и оценки их совершенства. |
| Владеть навыками расчета основных параметров и моделирования рабочих процессов в РД. | Владеть навыками оценки основных параметров РД. | Владеть навыками расчета основных параметров и моделирования рабочих процессов в РД. | Владеть навыками детального расчета параметров РД, моделирования рабочих процессов, анализа и оценки их совершенства. |
| <i>ПК-1 – способность принимать участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования</i> | | | |
| Знать инженерные и современные методы расчета для проектирования отдельных деталей и узлов РД в соответствии с техническим заданием. | Знать основы инженерных методов расчета отдельных деталей и узлов РД согласно заданным условиям. | Знать инженерные методы расчета для проектирования отдельных деталей и узлов РД в соответствии с техническим заданием. | Знать инженерные и современные методы расчета для проектирования отдельных деталей и узлов РД в соответствии с техническим заданием. |
| Уметь применять инженерные и современные методы расчета для проектирования отдельных деталей и узлов РД в соответствии с техническим заданием. | Уметь применять инженерные методы расчета отдельных деталей и узлов РД согласно заданным условиям. | Уметь применять инженерные методы расчета для проектирования отдельных деталей и узлов РД в соответствии с техническим заданием. | Уметь применять инженерные и современные методы расчета для проектирования отдельных деталей и узлов РД в соответствии с техническим заданием. |
| Владеть навыками участия в работах по расчету и проектированию отдельных деталей и узлов РД в соответствии с техническим заданием. | Владеть навыками участия в работах по расчету отдельных деталей и узлов РД согласно заданным условиям. | Владеть навыками участия в работах по расчету для проектирования отдельных деталей и узлов РД в соответствии с техническим заданием. | Владеть навыками участия в работах по расчету и проектированию отдельных деталей и узлов РД в соответствии с техническим заданием. |
| <i>ПК-3 – способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений</i> | | | |

| | | | |
|--|--|---|---|
| Знать методы предварительного технико-экономического обоснования проектных решений по отдельным деталям и узлам РД. | Знать методы оценки технического обоснования проектного решения. | Знать методы оценки технико-экономического обоснования проектных решений по отдельным деталям и узлам РД. | Знать методы предварительного технико-экономического обоснования проектных решений по отдельным деталям и узлам РД. |
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> |
| Уметь проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений по отдельным деталям и узлам РД. | Уметь проводить оценку технического обоснования проектного решения. | Уметь проводить оценку технико-экономического обоснования проектных решений по отдельным деталям и узлам РД. | Уметь проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений по отдельным деталям и узлам РД. |
| Владеть навыками предварительного технико-экономического обоснования проектных решений по отдельным деталям и узлам РД. | Владеть навыками оценки технического обоснования проектного решения. | Владеть навыками оценки технико-экономического обоснования проектных решений по отдельным деталям и узлам РД. | Владеть навыками предварительного технико-экономического обоснования проектных решений по отдельным деталям и узлам РД. |

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

2.1. Структура дисциплины (модуля), ее трудоемкость

Таблица 3

Распределение фонда времени по видам занятий

| Наименование раздела и темы | Всего часов | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | Коды составляющих компетенций | Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств) |
|--|-------------|--|-----------|----------|-----------|-------------------------------|---|
| | | лекции | лаб. раб. | пр. зан. | сам. раб. | | |
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> |
| Раздел 1. Теоретические термодинамические характеристики | | | | | | | <i>ФОС ТК-1 тесты</i> |
| Тема 1.1. Цель, задачи и содержание дисциплины | 0,5 | 0,5 | | | | ОК-10.3 | Собеседование |
| Тема 1.2. Взаимосвязь параметров ракеты и двигателя | 14,5 | 5,5 | | | 9 | ОК-10.3, ОК-10.У | Собеседование. Текущий контроль. |
| Тема 1.3. Задачи термодинамического расчета параметров рабочего процесса | 17 | 6 | 2 | | 9 | ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В | Текущий контроль. Отчет по лаб. работе. |
| Тема 1.4. Зависимость термодинамических характеристик от основных факторов | 19 | 2 | 8 | | 9 | ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В | Текущий контроль. Отчет по лаб. работам. Отчет о самостоятельной работе. |
| Раздел 2. Термогазодинамика реальных потоков и теплообмен | | | | | | | <i>ФОС ТК-2 тесты</i> |
| Тема 2.1. Течение в сопле | 17 | 8 | | | 9 | ОК-10.3, ОК-10.У | Собеседование. Текущий контроль. |
| Тема 2.2. Вязкое течение, конвективный теплообмен и трение | 23 | 10 | 4 | | 9 | ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В | Отчет по лаб. работе. Текущий контроль. |

| | | | | | | | |
|---|------------|-----------|-----------|----------|-----------|---|---|
| Тема 2.3. Отрывные течения в соплах | 17 | 4 | 4 | | 9 | ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В | Отчет по лаб. работе. Текущий контроль. Отчет о сам-ной работе. |
| Зачет | | | | | | | <i>ФОС ПА – 1 комплексное задание</i> |
| Всего за семестр | 108 | 36 | 18 | | 54 | | |
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> |
| Раздел 3. Общие сведения о ЖРД и физические основы рабочего процесса в камере сгорания | | | | | | | <i>ФОС ТК-3 тесты</i> |
| Тема 3.1. Общие сведения о ЖРД | 6 | 4 | | | 2 | ОК-10.3, ОК-10.У, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-3.3, ПК-3.У | Собеседование. Текущий контроль. |
| Тема 3.2. Жидкие ракетные топлива | 3 | 2 | | | 1 | ОК-10.3, ОК-10.У, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-3.3, ПК-3.У | Собеседование. Текущий контроль. |
| Тема 3.3. Физические основы рабочего процесса в камере сгорания | 10 | 6 | | | 4 | ОК-10.3, ОК-10.У, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-3.3, ПК-3.У | Собеседование. Текущий контроль. |
| Тема 3.4. Рабочий процесс и параметры рабочего тела в газогенераторе | 4 | 2 | | | 2 | ОК-10.3, ОК-10.У, ПК-1.3, ПК-1.У | Собеседование. Текущий контроль. |
| Тема 3.5. Элементы теории форсунок и смесеобразование | 10 | 4 | | 4 | 2 | ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-3.3, ПК-3.У, ПК-3.В | Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль. |
| Тема 3.6. Оценка совершенства рабочих процессов | 9 | 4 | | 2 | 3 | ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-3.3, ПК-3.У, ПК-3.В | Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль. |
| Тема 3.7. Неустойчивость рабочих процессов | 11 | 6 | | | 5 | ОК-10.3, ОК-10.У, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-3.3, ПК-3.У | Текущий контроль. Отчет о сам-ной работе. |
| Раздел 4. Расчет и выбор основных проектируемых параметров | | | | | | | <i>ФОС ТК-4 тесты</i> |
| Тема 4.1. Расчет основных параметров камеры | 11 | 5 | | 3 | 3 | ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-3.3, ПК-3.У, ПК-3.В | Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль. |
| Тема 4.2. Тепловое состояние и защита стенок камеры | 11 | 5 | | 3 | 3 | ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-3.3, ПК-3.У, ПК-3.В | Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль. |
| Тема 4.3. Расчет параметров рабочего тела в системе подачи | 11 | 4 | | 4 | 3 | ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-3.3, ПК-3.У, ПК-3.В | Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль. |
| Тема 4.4. Статические характеристики двигателя | 9 | 4 | | 2 | 3 | ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-3.3, ПК-3.У, ПК-3.В | Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль. |
| Тема 4.5. Некоторые сведения о динамических процессах | 7 | 4 | | | 3 | ОК-10.3, ОК-10.У, ПК-1.3, ПК-1.У | Собеседование. Текущий контроль. |
| Тема 4.6. Особенности ЖРДМТ | 6 | 4 | | | 2 | ОК-10.3, ОК-10.У | Текущий контроль. Отчет о сам-ной работе. |
| Курсовая работа | 36 | | | | 36 | ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-3.3, ПК-3.У, ПК-3.В | Защита курсовой работы |

| | | | | | | | |
|--------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|--|---|
| Подготовка к аттестации | 36 | | | | 36 | | |
| Экзамен | | | | | | | <i>ФОС ПА – 2 комплексное задание</i> |
| Всего за семестр | 180 | 54 | | 18 | 108 | | |
| Общая трудоемкость | 288 | 90 | 18 | 18 | 162 | | |

РАЗДЕЛ 3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И КРИТЕРИИ ОЦЕНОК ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

3.1. Оценочные средства для текущего контроля

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля (ФОС ТК) является составной частью РП дисциплины (модуля) и хранится на кафедре.

Таблица 4

Фонд оценочных средств текущего контроля

| № п/п | Наименование раздела (модуля) | Вид оценочных средств | Примечание |
|-------|--|-----------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Теоретические термодинамические характеристики | ФОС ТК-1 | Отчеты по лабораторным работам (таблица 3). Отчет о выполнении самостоятельной работы. Тест текущего контроля дисциплины по первому разделу (модулю) (ФОС ТК-1). |
| 2 | Термогазодинамика реальных потоков и теплообмен | ФОС ТК-2 | Отчеты по лабораторным работам (таблица 3). Отчет о выполнении самостоятельной работы. Тест текущего контроля дисциплины по второму разделу (модулю) (ФОС ТК-2). |
| 3 | Общие сведения о ЖРД и физические основы рабочего процесса в камере сгорания | ФОС ТК-3 | Индивидуальные задания для практических занятий (таблица 3). Отчет о выполнении самостоятельной работы. Тест текущего контроля дисциплины по третьему разделу (модулю) (ФОС ТК-3). |
| 4 | Расчет и выбор основных проектируемых параметров | ФОС ТК-4 | Индивидуальные задания для практических занятий (таблица 3). Отчет о выполнении самостоятельной работы. Тест текущего контроля дисциплины по четвертому разделу (модулю) (ФОС ТК-4). |

3.2. Оценочные средства для промежуточного контроля

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации (ФОС ПА) является составной частью РП дисциплины, разработан в виде отдельного документа, в соответствии с положением о ФОС ПА.

3.3. Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины зачет и экзамен проводятся в два этапа: **тестирование** и выполнение **письменного задания**.

Первый этап проводится в виде тестирования.

Тестирование ставит целью оценить **пороговый** уровень освоения обучающимися знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

Для оценки **превосходного и продвинутого** уровня усвоения компетенций проводится **Второй этап** в виде **письменного задания**, в которое входит письменный ответ на контрольные вопросы и решение задачи.

3.4. Критерии оценки промежуточной аттестации

Результаты промежуточного контроля заносятся в АСУ «Деканат» в баллах.

Таблица 5

Система оценки промежуточной аттестации

| Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций | Выражение в баллах | Словесное выражение |
|---|--------------------|---------------------|
| Освоен превосходный уровень усвоения компетенций | от 86 до 100 | Отлично |
| Освоен продвинутый уровень усвоения компетенций | от 71 до 85 | Хорошо |
| Освоен пороговый уровень усвоения компетенций | от 51 до 70 | Удовлетворительно |
| Не освоен пороговый уровень усвоения компетенций | до 51 | Неудовлетворительно |

РАЗДЕЛ 4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

4.1.1. Основная литература

1. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: учебник для студ. вузов / М. В. Добровольский; под ред. Д. А. Ягодникова. – 3-е изд., доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – 461 с.

4.1.2. Дополнительная литература

1. Алемасов, В.Е. Теория ракетных двигателей: Учебник для студентов вузов / В.Е. Алемасов, А.Ф. Дрегалин, А.П. Тишин; Под ред. В.П. Глушко. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989. – 464 с.

2. Алемасов, В.Е. Основы теории физико-химических процессов в тепловых двигателях энергетических установках: Учебное пособие для вузов / В.Е. Алемасов, А.Ф. Дрегалин, А.С. Черенков. – М.: Химия, 2000. – 520 с.

3. Васильев, А.П. Основы теории и расчета жидкостных ракетных двигателей: Учебник / А.П. Васильев, В.М. Кудрявцев, В.А. Кузнецов и др. Под ред. В.М. Кудрявцева. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 1983. – 703 с.

4.2. Информационное обеспечение дисциплины (модуля)

4.2.1. Основное информационное обеспечение

1. Электронные ресурсы НТБ КНИТУ-КАИ
<http://library.kai.ru/index.php?inc=elib>

2. Лопанов, А.Н. Физико-химические основы теории горения и взрыва: учебное пособие / А.Н. Лопанов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 149 с: [Электронный ресурс], доступ <http://bg.bstu.ru/shared/attachments/108434>

4.2.2. Дополнительное справочное обеспечение

1. Ягодников, Д.А. Ракетные двигательные установки. Термины и определения: учеб. пособие. [Электронный ресурс] / Д.А. Ягодников, Н.Я. Ирьянов. – Электрон. дан. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 84 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/58406>

2. Термодинамические и теплофизические свойства продуктов сгорания. Справочник. В 10-ти т. / Под ред. акад. В. П. Глушко. – М.: ВИНТИ, 1971 – 1980 гг.

4.3. Кадровое обеспечение

4.3.1. Базовое образование

Высшее образование в предметной области двигателестроения и/или наличие ученой степени по специальностям 05.07.05, 01.02.05 и/или ученого звания по указанным специальностям.

РАЗДЕЛ 5. ВНОСИМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И УТВЕРЖДЕНИЯ

5.1. Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу дисциплины (модуля)

Лист регистрации изменений

| № п/п | № раздела внесения изменений | Дата внесения изменений | Содержание изменений | «Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину | «Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая кафедра) |
|----------|---------------------------------|----------------------------|----------------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |

5.2. Лист ознакомления

| №п/п | ФИО | Должность | Дата | Подпись |
|------|-----|-----------|------|---------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |