

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

Институт авиации, наземного транспорта и энергетики

Кафедра: **Реактивные двигатели и энергетические установки**

Регистрационный № 1130.2/52

АННОТАЦИЯ

к рабочей программе

дисциплины

Газовая динамика двухфазных потоков

Индекс по учебному плану **Б1.В.ДВ.08.01**

Направление подготовки: **24.04.05 «Двигатели летательных аппаратов»**

Квалификация: **магистр**

Магистерская программа подготовки **«Ракетные двигатели на твердом топливе»**

Виды профессиональной деятельности: проектно-конструкторский, научно-исследовательский

Разработал: профессор кафедры РДиЭУ Давлетшин И.А

Казань 2017

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

1.1. Цель преподавания учебной дисциплины (модуля).

Целью изучения дисциплины «Газовая динамика двухфазных потоков» является формирование у будущих магистров представления о закономерностях процессов в газовых потоках, содержащих дисперсную фазу.

1.2. Задачи учебной дисциплины (модуля).

Основная задача дисциплины – вооружить обучаемых теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для:

- выявления особенностей двухфазных потоков;
- определения основных режимов течения двухфазных сред;
- применения основных законов сохранения (массы, импульса, энергии) для двухфазных сред;
- выявления особенностей газовых потоков, имеющих в своем составе дисперсную фазу.

1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО.

Дисциплина Б1.В.ДВ.08.01 «Газовая динамика двухфазных потоков» входит в цикл дисциплин по выбору общенаучного цикла дисциплин, всего на ее изучение отводится 144 часа (56 часов аудиторной работы, 88 часов самостоятельной работы). В соответствии с учебным планом, занятия проводятся на первом и втором курсах обучения.

Дисциплина «Газовая динамика двухфазных потоков» базируется на знаниях основ физики, математического анализа, теоретической газовой динамики, технической термодинамики и теории математического моделирования. Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем в научно-исследовательской работе магистранта и при выполнении им магистерской диссертации. Форма контроля знаний – комплексная аттестация по завершении обучения.

1.4 Объем учебной 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	2		3	
			в ЗЕ	в час	в ЗЕ	в час
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	4	144	2	72	2	72
Аудиторные занятия	1,56	56	0,66	24	0,89	32
Лекции	0,78	28	0,33	12	0,45	16
Лабораторные работы	0,78	28	0,33	12	0,45	16
Практические занятия						
Самостоятельная работа студента	2,44	88	1,33	48	1,11	40
Проработка учебного материала	2,44	88	1,33	48	1,11	40
Курсовой проект						
Курсовая работа						

Подготовка к промежуточной аттестации					
Промежуточная аттестация	зачет				

1.5 Планируемые результаты обучения

Таблица 2

Формируемые компетенции

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
<i>ОК-7: Способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов</i>			
Знание основных видов оборудования и приборов, применяемых в газодинамике	Имеет представление о номенклатуре приборов, используемых в газодинамике.	Знает области применения оборудования и приборов	Знает принципы действия оборудования и приборов
Умение пользоваться основными приборами при исследовании процессов в газодинамике	Умеет проводить измерения давления, температуры	Умеет подбирать необходимые приборы при решении конкретных задач газодинамики	Умеет определять погрешности измерений
Владение основными методами измерений в газодинамике	Владеет методами прямых измерений параметров	Владеет методами косвенных измерений параметров	Владеет методами оценки погрешностей измерений.
<i>ПК-2: Способность осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований, выбирать методы и средства решения задач</i>			
Знание основных источников получения научно-технической информации	Имеет представление о классических трудах в области газодинамики	Знает основные отечественные периодические издания в области газодинамики	Знает основные зарубежные периодические издания в области газодинамики
Умение критически оценивать полученную научно-техническую информацию	Умеет определять актуальность полученной информации	Умеет сопоставлять информацию из различных источников	Умеет критически оценивать полученную научно-техническую информацию
Владение основными методами сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации, выбора методов и средств решения	Владеет методами сбора, обработки информации	Владеет методами сбора, обработки, анализа и систематизации информации	Владеет методами выбора методов и средств решения задач

задач			
ПК-3: Способность разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ результатов			
Знание основных положений теории проведения экспериментов	Знает основные положения газовой динамики	Знает основные особенности двухфазных потоков	Знает особенности взаимодействия дисперсной фазы с газовым потоком
Умение организовать проведение экспериментов	Умеет планировать эксперимент	Умеет определять определяющие факторы исследуемого потока	Умеет оценивать основные параметры двухфазного потока
Владение основными навыками измерений, обработки и анализа результатов	Владеет методами измерений параметров двухфазного потока	Владеет методами обработки экспериментальных данных	Владеет методами анализа результатов опытов
ПК-4: Способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности			
Знание основных законов, используемых при исследовании двухфазных потоков	Знает основные законы газодинамики	Знает области применимости различных физических моделей в газодинамике	Знает основные положения механики двухфазных сред
Умение формулировать физические и математические модели в газодинамике	Умеет подбирать физическую модель для конкретной задачи	Умеет разрабатывать физические и математические модели для решения задач газодинамики	Умеет разрабатывать физические и математические модели для решения задач в области механики двухфазных сред
Владение основными алгоритмами решения газодинамических задач	Владеет теоретическими методами решения газодинамических задач	Владеет методами теории подобия в газодинамике	Владеет экспериментальными методами исследования процессов в механике двухфазных сред

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

2.1 Структура дисциплины (модуля), ее трудоемкость

Общая трудоемкость дисциплины «Газовая динамика двухфазных потоков» составляет 4 зачетных единицы или 144 часа.

Объем часов учебной работы по формам обучения, видам занятий и самостоятельной работе представлен в таблице в соответствии с учебным планом:

Таблица 3. Распределение фонда времени по семестрам и видам занятий для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля усвоения составляющих компетенций
			лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сем. зан.	сам. раб. ст.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Модуль 1. Подходы к математическому описанию движения жидкости и газа.	24	4	0		0	12		
1.1	Молекулярный, больцмановский и гидродинамический уровень.	2	1	0		0	2	ПК-2. 3 ПК-4. 3,У	Устный опрос
1.2	Дифференциальные уравнения движения идеальной и вязкой несжимаемой жидкости. Уравнения пограничного слоя	14	3	0		0	10	ПК-2. 3,У,В ПК-4. 3,У,В	Устный опрос
	Модуль 2. Двухфазные системы.	24	6	4		0	14		
2.1	Модели двухфазных сред.	12	4	2		0	6	ОК-7.3, В ПК-3. 3,У,В	Устный опрос.
2.2	Структуры двухфазных потоков.	9	2	2		0	8	ОК-7.3, ПК-3. 3,У,В	Устный опрос. Прием лабораторных работ
	Модуль 3. Движение дискретной частицы в жидкости.	28	6	8		0	12		
3.1	Движение частицы в идеальной жидкости. Парадокс Даламбера.	7	3	4		0	4	ОК-7.3 ПК-3. 3,У,В	Устный опрос
3.2	Движение частицы в вязкой жидкости. Закон	8	3	4		0	8	ОК-7.3,	Прием отчета

	Стокса.							В ПК-3. 3,У,В	по лаб. работе
	Модуль 4. Газовая полость в жидкости	20	4	4		0	16		
4.1	Газовая полость в жидкости. Формула Лапласа.	5	2	0		0	8	ПК-2. 3 ПК-4. 3,У	Устный опрос
4.2	Динамика расширяющейся газовой полости. Уравнение Рэлея.	7	2	4		0	8	ОК-7.3, В ПК-3. 3,У,В	Устный опрос
4.3	Кавитация. Схлопывание сферической полости.							ПК-2. 3	Тестирование
	Модуль 5. Параметры конденсированной фазы.	24	4	4		0	14		
5.1	Характеристики дисперсности.	6	1	0			4	ПК-2. 3,У,В ПК-4. 3,У,В	Устный опрос
5.2	Теплоотдача сферы	8	1	2			4	ОК-7.3, У ПК-3. 3,У,В	Устный опрос
5.3	Двухфазное неравновесное течение	5	2	2			6	ОК-7.3, У ПК-3. 3,У,В	Устный опрос
	Модуль 6. Течения двухфазных сред	24	4	8		0	20		
6.1	Истечения двухфазных сред из сопл и отверстий	11	2	4			10	ОК-7.3, У ПК-3. 3,У,В	Прием отчета по лаб. работам
6.2	Двухфазные струйные аппараты	13	2	4		0	10	ОК-7.3, У ПК-3.	Устный опрос. Прием отчета по лаб.

								3,У,В	работам
--	--	--	--	--	--	--	--	-------	---------

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 учебно-методического комплекса дисциплины и хранится на кафедре.

Фонд оценочных средств текущего контроля

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Вид оценочных средств	Примечание
1	2	3	4
1.	Подходы к математическому описанию движения жидкости и газа.	ФОС ТК-1	Индивидуальные задания для практических занятий. Устный опрос (ФОС ТК-1)
2.	Двухфазные системы.	ФОС ТК-2	Тест текущего контроля дисциплины по второму разделу (модулю) (ФОС ТК-2)
3	Движение дискретной частицы в жидкости.	ФОС ТК-3	Устный опрос (ФОС ТК-3) Отчет о выполнении самостоятельной работы
4	Газовая полость в жидкости	ФОС ТК-4	Тест текущего контроля дисциплины по разделу (модулю) (ФОС ТК-4).
5	Параметры конденсированной фазы.	ФОС ТК-5	Отчет о выполнении лабораторной работы(ФОС ТК-5).
6	Течения двухфазных сред	ФОС ТК-6	Тест текущего контроля дисциплины по разделу (модулю) (ФОС ТК-6).

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

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме зачета. Студентам предлагается пройти ответить письменно на два вопроса.

Прием зачета проводится одновременно с проверкой письменного ответа на вопросы в форме собеседования.

3.4. Критерии оценки промежуточной аттестации

Формирование оценки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины осуществляется с использованием балльно-рейтинговой оценки работы студента. Расчет оценки в баллах выполняется на основе освоения студентом составляющих компетенций, представленных в таблице 3. При этом освоение каждой составляющей компетенций в зависимости от уровня освоения и ее характера оценивается определенным количеством баллов, указанных в таблице 5. Необходимым условием для учета баллов за освоение продвинутого и превосходного уровней компетенций является освоение всех составляющих порогового уровня компетенций.

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	зачтено
Освоен продвинутый уровень усвоения компетенций	от 71 до 85	зачтено
Освоен пороговый уровень усвоения компетенций	от 51 до 70	зачтено
Не освоен пороговый уровень усвоения компетенций	до 51	Не зачтено

Раздел 4. Обеспечение дисциплины (модуля)

4.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

4.1.1. Основная литература:

1. *Абрамович Г.Н.* Теория турбулентных струй. М.: ЭКОЛИТ. 2011. – (В библиотеке КНИТУ-КАИ – 100 экз. ББК 532.517).

2. *Виноградов Б.С.* Прикладная газовая динамика: уч.пособие. М.: ЭКОЛИТ. 2011. (В библиотеке КНИТУ-КАИ – 100 экз. ББК 533.6(07)).

4.1.2. Дополнительная литература:

1. *Дейч М.Е., Филиппов Г.А.* Газодинамика двухфазных сред. – 2 изд. перераб. и доп. М.: Энергоиздат. 1981. – 472 с.

2. *Лабунцов Д.А., Ягов В.В.* Механика двухфазных систем. М.: Издательство МЭИ, 2000. 374 с.

3. *Алемасов В.Е., Дрегалин А.Ф., Тишин А.П.* Теория ракетных двигателей/ Под ред. В.П. Глушко. – М.: Машиностроение, 1989. – 464 с.

4. *Лямаев Б.Ф.* Гидроструйные насосы и установки. Л.: Машиностроение. Ленинградское отд-е, 1988. 256 с.
5. *Абрамович Г.Н.* Прикладная газовая динамика. В 2 ч. – Ч.1 М.: Наука. 1991. 600 с., Ч.2. – 304 с. (Электронный ресурс).

4.1.3. Методическая, справочная и научная литература:

1. *Идельчик И.Е.* Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М., «Машиностроение», 1975. – 559 с.
2. *Кухлинг Х.* Справочник по физике. М.: Мир. 1982. 520 с.
3. *Кутателадзе С.С.* Теплопередача и гидродинамическое сопротивление. Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1990.– 367 с.

Давлетшин И.А. Газовая динамика двухфазных потоков [Электронный ресурс]: курс дистанц. обучения по направлению подготовки: 24.03.05 «Двигатели летательных аппаратов», профиля подготовки «Авиационные двигатели и энергетические установки», «Ракетные двигатели» ФГОСЗ (1ф-РДЭУ) / КНИТУ-КАИ, Казань, 2015. — Доступ по логину и паролю. URL:
https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=98927_1&course_id=9886_1

4.2. Кадровое обеспечение

4.2.1. Базовое образование преподавателей

Преподаватели должны иметь базовое образование, при получении которого изучался курс механика жидкости и газа, и/или ученую степень по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

5 Вносимые изменения и утверждения

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

Лист регистрации изменений

№ п/п	№ страницы 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					

5.2. Лист ознакомления

№ п/п	ФИО	Должность	Дата	Подпись