

**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**

**АННОТАЦИЯ
к рабочей программе
дисциплины**

Газовая динамика сложных течений

Регистрационный № 1130.2/53

Индекс по учебному плану **Б1.В.ДВ.08.02**

Направление подготовки: **24.04.05 Двигатели летательных аппаратов**

Квалификация: **магистр**

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

Вид профессиональной деятельности: научно - исследовательская,
проектно-конструкторская

Разработана профессором кафедры РДиЭУ д.т.н. В.М. Молочниковым

Казань 2017

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

1.1. Цель преподавания учебной дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины является формирование у будущих магистров представлений о турбулентных течениях, подходах к их математическому описанию и сложностей, возникающих при математическом моделировании, о физических механизмах процессов, происходящих в многообразии турбулентных течений и методах экспериментального исследования таких течений с использованием современного измерительного оборудования.

1.2. Задачи изучения дисциплины (модуля).

Основные задачи дисциплины

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

- формирование понимания основных методов и подходов к описанию турбулентных течений, методов моделирования таких течений;

- получение информации об основных типах турбулентных течений и усвоение закономерностей процессов переноса в них;

- ознакомление с современными методами экспериментального исследования турбулентных течений;

- овладение практическими навыками проведения научного эксперимента с применением современного измерительного оборудования.

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

Дисциплина «Газовая динамика сложных течений» входит в цикл дисциплин по выбору общенаучного цикла дисциплин.

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

Таблица 1.

Объем дисциплины

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		семестры		семестры	
	в ЗЕТ	в часах	2		3	
			в ЗЕ	в часах	в ЗЕ	в часах
1	2	3	4	5	6	7
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	2	72	2	72

<i>Аудиторные занятия</i>	1,55	56	0,67	24	0,88	32
Лекции	0,78	28	0,34	12	0,44	16
Практические занятия	-	-	-	-	-	-
Лабораторные работы	0,78	28	0,34	12	0,44	16
Другие виды аудиторных занятий	0	0	0	0	0	0
<i>Самостоятельная работа студента</i>	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						
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 принципов действия современного измерительного оборудования (термоанемометрической аппаратурой, PIV системами, пневмометрическими средствами измерений, устройствами визуализации течения).	Имеет представление о принципах действия современного измерительного оборудования	Знает принципы работы и особенности устройства современного измерительного оборудования	Знает принципы действия современного измерительного оборудования, устройство, особенности применения и метрологические характеристики
Умение пользоваться современными средствами измерения параметров течений жидкости и газа	Умеет пользоваться современными средствами измерения параметров течений жидкости и газа	Умеет пользоваться современными средствами измерения параметров течений жидкости и газа, выполнять процедуры градуировки	Умеет пользоваться современными средствами измерения параметров течений жидкости и газа, выполнять процедуры градуировки и выбирать требуемое оборудование для конкретных исследований.
Владение основными методиками измерений параметров течений жидкости и газа.	Владеет основными методиками измерений параметров течений жидкости и газа.	Владеет основными методиками измерений параметров течений жидкости и газа, методиками настройки и градуировки средств измерений.	Владеет техникой и методиками измерений параметров течений жидкости и газа, принципами измерений и обработки результатов

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
<i>ПК-2: Способностью осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований, выбирать методы и средства решения задач</i>			
Знание современной технической литературы по сложным турбулентным течениям и методам их моделирования,	Имеет представление о состоянии исследований в области сложных течений	Знает основные достижения в исследовании	Знает результаты анализа и выявленные закономерности сложных течений жидкости и газа

Умение анализировать современную техническую литературу по сложным турбулентным течения и методам их моделирования,	Умеет осуществлять сбор и обработку научно-технической информации	Умеет осуществлять сбор, обработку и систематизацию научно-технической информации	Умеет осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации
Владение методиками постановки задач исследований,	Владеет основными методами решения задач.	Владеет методами и средствами решения задач	Владеет методологией выбора методов исследования и анализа результатов

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
ПК-3: Способностью разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ результатов			
Знание методики организации и проведения экспериментов и испытаний, обработки и анализа результатов	Имеет представление о методике организации и проведения экспериментов и испытаний	Знает методики организации и проведения экспериментальных исследований,	Знает методики организации и проведения экспериментальных исследований, обработки и анализа результатов
Умение организовать экспериментальные исследования, выполнить обработку и анализ результатов	Умеет поставить эксперимент и обработать результаты.	Умеет поставить эксперимент, обработать и проанализировать результаты.	Умеет грамотно составить план эксперимента, разработать методику выполнения измерений и провести обработку и анализ результатов
Владение подходами к разработке методов выполнения экспериментов, методами обработки и анализа результатов .	Владеет основными методиками постановки эксперимента и обработки результатов.	Владеет методиками постановки эксперимента и обобщению полученных результатов	Владеет методиками постановки эксперимента, обобщению и анализу полученных результатов

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
ПК-4: Способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности			
Знание теории подобия, методов математического и физического моделирования, подходов к моделированию исследуемых процессов.	Имеет представление о теории подобия, методах математического и физического моделирования	Знает теорию подобия, методы математического и физического моделирования	Знает теорию подобия, методы математического моделирования и методы составления физических моделей исследуемых объектов

<p>Умение разрабатывать экспериментальные установки и выбирать параметры течения, моделирующие исследуемые процессы</p>	<p>Умеет спроектировать экспериментальную установку и выбрать параметры исследуемых процессов</p>	<p>Умеет составить математическую модель исследуемого процесса, спроектировать экспериментальную установку и выбрать параметры исследуемых процессов</p>	<p>Умеет составить математическую модель исследуемого течения, разработать экспериментальную установку и выбрать параметры исследуемых процессов</p>
<p>Владение основными методами математического и физического моделирования.</p>	<p>Владеет основами математического и физического моделирования.</p>	<p>Владеет методами составления математических моделей и основами моделирования физических процессов</p>	<p>Владеет методами составления математических моделей и методами моделирования физических процессов</p>

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

2.1. Структура учебной дисциплины (модуля) и ее трудоемкость

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)					Формы и вид контроля усвоения составляющих компетенций	Коды составляющих компетенций
			лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сем. зан.	сам. раб. ст.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Раздел 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	Устный опрос	ОК-7,3; ПК-2,3 ПК-3,3
1.2	Дифференциальные уравнения движения идеальной и вязкой несжимаемой жидкости. Уравнения пограничного слоя	14	3	0		0	10	Устный опрос	ОК-7,3; ПК-2,3 ПК-3,3
	Раздел 2. Проблемы моделирования турбулентных течений.	24	6	4		0	14		
2.1	Режимы течения жидкости. Пограничный слой. Ламинарно-турбулентный переход.	12	4	2		0	6	Устный опрос.	ОК-7,3; ПК-2,3 ПК-3,3
2.2	Методы DNS, LES и RANS. Модели турбулентности.	9	2	2		0	8	Устный опрос. Прием лаб. работ.	ОК-7,3,У; ПК-2,3,У ПК-3,3,У ПК-4, 3,У,В
	Раздел 3. Турбулентные отрывные течения	28	6	8		0	12		
3.1	Отрыв потока при внешнем обтекании тел	7	3	4		0	4	Устный опрос	ОК-7,3 ПК-2,3,У ПК-3,3,У ПК-4, 3,У,В

3.2	Внутренние отрывные течения. Течения в соплах и диффузорах.	8	3	4		0	8	Прием отчета по лаб. работе	ОК-7,3,У,В ПК-2,3,У,В ПК-3,3,У,В ПК-4, 3,У,В
Раздел 4. Турбулентные струйные течения		20	4	4		0	16		
4.1	Основные сведения из теории турбулентных струй	5	2	0		0	8	Устный опрос	ОК-7,3 ПК-2,3 ПК-3,3 ПК-4, 3
4.2	Результаты исследования ламинарных струйных течений	7	2	4		0	8	Устный опрос	ОК-7,3 ПК-2,3,У ПК-3,3,У ПК-4, 3,У
4.3	Текущий контроль освоения модулей 1-4							Тестирование	ОК-7,3 ПК-2,3,У ПК-3,3,У ПК-4, 3,У
Раздел 5. Нестационарные турбулентные течения		24	4	4		0	14		
5.1	Основные сведения из теории нестационарных течений	6	1	0			4	Устный опрос	ОК-7,3,У ПК-2,3,У ПК-3,3, ПК-4, 3,У
5.2	Пульсирующие течения в трубах	8	1	2			4	Устный опрос	ОК-7,3,У ПК-2,3,У,В ПК-3,3, ПК-4, 3
5.3	Влияние пульсаций на гидродинамику и теплообмен отрывных течений	5	2	2			6	Устный опрос	ОК-7,3,У ПК-2,3,У ПК-3,3,У ПК-4, 3
Раздел 6. Современные экспериментальные методы исследования турбулентных течений		24	4	8		0	20		
6.1	Контактные методы	11	2	4			10	Прием отчета по лаб. работам	ОК-7,3 ПК-2,3 ПК-3,3,У,В ПК-4, 3,У,В
6.2	Бесконтактные оптические методы	13	2	4		0	10	Устный опрос. Прием отчета по лаб. работам	ОК-7,3 ПК-2,3 ПК-3,3,У,В ПК-4, 3,У,В

РАЗДЕЛ 3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНОК УСВОЕНИЯ 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.

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	Тест текущего контроля дисциплины по первому разделу (модулю) (ФОС ТК-1).
2.	Проблемы моделирования турбулентных течений	ФОС ТК-1	Тест текущего контроля дисциплины по второму разделу (модулю) (ФОС ТК-1)
3	Турбулентные отрывные течения	ФОС ТК-1	Тест текущего контроля дисциплины по третьему разделу (модулю) (ФОС ТК-1).
4	Турбулентные струйные течения	ФОС ТК-2	Тест текущего контроля дисциплины по четвертому разделу (модулю) (ФОС ТК-2).
5	Нестационарные турбулентные течения	ФОС ТК-2	Тест текущего контроля дисциплины по пятому разделу (модулю) (ФОС ТК-2).
6	Современные экспериментальные методы исследования турбулентных течений	ФОС ТК-2	Тест текущего контроля дисциплины по шестому разделу (модулю) (ФОС ТК-2).

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

Форма организации промежуточной аттестации – зачет проводится в два этапа: *тестирование и письменный ответ*.

Первый этап проводится в виде тестирования.

Тестирование ставит целью оценить пороговый уровень освоения обучающимися заданных результатов, а также знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

Тестирование для промежуточной аттестации проводится с помощью использования типовых тестовых заданий, представленных в разделе 3.1. Количество баллов, полученных обучающимися за выполнение задания, зависит от количества правильных ответов.

Для оценки превосходного и продвинутого уровня усвоения компетенций проводится *второй этап* в виде *письменного ответа* на контрольные вопросы.

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	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	Незачтено

Раздел 4. Обеспечение учебной дисциплины

4.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

4.1.1. Основная литература:

1. *Виноградов Б.С.* Прикладная газовая динамика: уч.пособие. М.: ЭКОЛИТ. 2011. (В библиотеке КНИТУ-КАИ – 100 экз. ББК 533.6(07)).
2. *Абрамович Г.Н.* Теория турбулентных струй. М.: ЭКОЛИТ. 2011. – (В библиотеке КНИТУ-КАИ – 100 экз. ББК 532.517).

4.1.2. Дополнительная литература:

1. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Теоретическая физика: т.IV. Гидродинамика. – М.: Наука, 1988, 736 с.
2. *Абрамович Г.Н.* Прикладная газовая динамика. В 2 ч. – Ч.1 М.: Наука. 1991. 600 с., Ч.2. – 304 с.

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.

4.2 Информационное обеспечение дисциплины (модуля) (см. раздел 4)

4.2.1. bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=_242644_1&course_id=_13215_1

4.3 Кадровое обеспечение

4.3.1 Базовое образование.

Высшее образование в предметной области *механики жидкости и газа* и /или наличие ученой степени и/или ученого звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования– профессиональной переподготовки в области *механики жидкости и газа* и /или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.

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