

«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ Струйные и отрывные течения

: 24.04.03

: 2, : 3

		3
1	()	2
2		72
3	, .	27
4	, .	20
5	, .	0
6	, .	0
7	, .	0
8	, .	2
9	, .	5
10	, .	45
11	(, ,)	.
12		

(): 24.04.03

170 06.03.2015 ., : 24.03.2015 .

: 1, ,

(): 24.04.03

, 6 20.06.2017

, 5 21.06.2017

:

,

:

,

:

. . .

1.

1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 обладанием и готовность использовать фундаментальные научные знания в качестве основы инженерной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
1.	
1.	,
Компетенция ФГОС: ПК.13 способность ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения; в части следующих результатов обучения:	
1.	

2.

2.1

	(
	,)

.1. 1	
1.Свойства и модели жидкости и газов	;
2.Основы кинематики и динамики жидкостей и газов	;
3.Основы теории слоистых течений	;
4.Понятия и уравнения динамики вязкого газа	;
5.Основы теории пограничного слоя	;
6.Основные понятия теории гидродинамической устойчивости, причин возникновения турбулентных режимов и методов управления течениями	;
7.Полуэмпирические модели турбулентности и приемы их применения к конкретным задачам	;
8.Методики расчета сопротивления и нагрева тел в газовом потоке	;
.1. 1 ,	
9.Пользоваться уравнениями динамики вязкого газа, ставить математически корректно задачи и граничные условия	;
10.Рассчитывать простейшие течения сжимаемого газа	;
11.Оценивать характеристики пограничного слоя при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях потока	;
12.Определять добавочное аэродинамическое сопротивление, возникающее за счет вязкости и тепловые потоки к телу	;
13.Методами решения простых задач по динамике течений вязкой жидкости.	;
.13. 1	
14.Научиться устанавливать взаимосвязь физического эксперимента и математического моделирования	

3.

3.1

	,	.	
--	---	---	--

: 3				
:				
1.		0	2	10, 4, 9
:				
3.		0	2	12, 3, 6, 9
:				
4.		0	2	12, 14, 2, 6
:				
6.		0	2	12, 2, 5, 6
:				
8.		0	2	10, 11, 14, 6
:				
9.		0	2	1, 14, 2, 8
:				
10.		0	2	10, 6
:				
12.		0	2	14, 2, 7
13.		0	4	1, 12, 13

3.2

: 3				
:				
2.		0	12	11, 3, 5
:				

7.	0	6	11, 12, 4, 5	
:				
8.	0	3	11, 12, 4, 5	
:				
11.	0	4	12, 5	

4.

: 3				
1		1, 10, 11, 12, 13, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	4	5
: 1210) / . . . ; . . . 5 (, 1992. - 102				
2		1, 10, 11, 12, 13, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	16	0
: 1210) / . . . ; . . . 5 (, 1992. - 102				
3		11, 12, 3, 4, 5	25	0
, 5 (3.2: 1210) / . . . ; , 1992. - 102				

5.

(. 5.1).

5.1

	-
e-mail: agd@craft.nstu.ru	

	;
--	---

6.

(), - 15- ECTS.
 . 6.1.

6.1

: 3		
<i>Самостоятельное изучение теоретического материала:</i>	36	72
<i>Контрольные работы:</i>	4	8
<i>Зачет:</i>	10	20

6.2

6.2

.1	1.		+
	1.	+	+
.13	1.		+

1

7.

1. Маслов А. А. Динамика вязкого газа, турбулентность и струи : [учебное пособие] / А. А. Маслов, С. Г. Миронов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 212, [1] с. : ил. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/maslov.pdf>

2. Гостеев Ю. А. Гидравлика и газодинамика. Ч. 1 : учебное пособие / Ю. А. Гостеев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 103, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2008/2008_gost.rar

1. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя / Г. Шлихтинг ; пер. с 5-го нем. изд. Г. А. Вольперта ; под ред. Л. Г. Лойцянского. - М. : Наука, 1969. - 742 с. : ил.

2. Авиационная акустика / В. И. Ганабов [и др.] ; под ред. А. Г. Мунина и В. Е. Квитки. - М. : Машиностроение, 1973. - 448 с. : ил.

3. Абрамович Г. Н. Прикладная газовая динамика : учеб. для высших техн. учеб. заведений / Г. Н. Абрамович. - Изд. 4 перераб. - М. : Наука, 1976. - 888 с.

4. Ландау Л. Д. Теоретической физика. Т. 6. Гидродинамика : учебное пособие для физ. спец. ун-тов / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. - М., 1986. - 736 с. : ил.

5. Попов Д. Н. Гидромеханика : учебник для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов "Гидравлическая, вакуумная и компрессорная техника" / Д. Н. Попов, С. С. Панайотти, М. В. Рябинин ; под ред. Д. Н. Попова. - М., 2002. - 382, [1] с. : ил. - На тит. л. и обл.: Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высш. образования и фундам. науки".
6. Гапонов С. А. Развитие возмущений в сжимаемых потоках / С. А. Гапонов, А. А. Маслов. - Новосибирск : Наука, 1980. - 149 с.
7. Возникновение турбулентности в пристенных течениях : монография / А. В. Бойко, Г. Р. Грек, А. В. Довгаль, В. В. Козлов. - Новосибирск : Наука, 1999. - 327 с. : ил.
8. Курбацкий А. Ф. Лекции по турбулентности. Ч. 1. Введение в турбулентность : учеб. пособие / А. Ф. Курбацкий ; Физ. фак. НГУ. - Новосибирск : Из-во НГУ, 2000. - 118 с.

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8.

8.1

1. Аэрогидромеханика : сборник задач / [А. А. Кураев и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 115 с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000140654
2. Маслов А. А. Динамика вязкого газа : учебное пособие для студентов 5 курса ФЛА (специальность 1210) дневной формы обучения / А. А. Маслов ; Новосиб. электротехн. ин-т. - Новосибирск, 1992. - 102 с.

8.2

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

9.

1	(- , ,)	

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра аэрогидродинамики

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЛА
д.т.н., профессор С.Д. Саленко
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Струйные и отрывные течения

Образовательная программа: 24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика,
магистерская программа: Гидроаэродинамика

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине «Струйные и отрывные течения» приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.1 обладанием и готовность использовать фундаментальные научные знания в качестве основы инженерной деятельности	31. основ механики жидкости и газа	<p>Общий подход к проблеме пространственного пограничного слоя. Аналогия между теплопередачей и сопротивлением тела. Интегральное условие импульсов. Метод Кармана-Польгаузена. Обтекание шара. Задача Стокса. Приближение Озеена. Теория смазки. Основные понятия динамики вязкой жидкости. Уравнение неразрывности, импульса и энергии. Безразмерная форма уравнений, безразмерные критерии подобия. Пассивное управление. Управление градиентом давления, отсосом, теплоотдачей, шероховатостью, реологией жидкости, использование гибких и звукопоглощающих поверхностей. Активное управление. Использование МЭМС и контролируемых пульсаций. Понятие гидродинамической неустойчивости. Линейная задача неустойчивости. Метод малых возмущений. Приближение параллельного течения. Уравнение Орра-Зоммерфельда. Задача на собственные значения. Нелинейная теория неустойчивости. Ламинарно-турбулентный переход. Пространственный пограничный слой на скользящем крыле. Осесимметричные пограничные слои. Пограничный слой на конусе в сверхзвуковом потоке. Развитие во времени слоя раздела. Плоский турбулентный след. Течение за решеткой из стержней. Стационарный пограничный слой на пластине в газовом потоке. Распределение скорости. Интеграл Крокко.</p>		Зачет, вопросы с 1 по 33.

		<p>Универсальные законы распределения скоростей. Турбулентное течение в трубах. Связь между законом сопротивления и распределением скоростей. Распределение скоростей при больших числах Рейнольдса. Универсальный закон сопротивления для гладких труб. Пограничный слой на пластине. Уравнение Лайтхилла. Монопольные, дипольные и квадрупольные источники шума струй. Шум сверхзвуковых турбулентных струй. Уравнения пограничного слоя. Уравнения Прандтля. Интегральные характеристики пограничного слоя. Отрыв пограничного слоя. Область применимости уравнений пограничного слоя. Уравнения Рейнольдса. Гипотеза Буссинеска. Путь перемешивания Прандтля. Гипотеза подобия Кармана. Одно- и двухпараметрические модели турбулентности.</p>		
ОПК.1	<p>у1. применять фундаментальные знания в области механики сплошной среды, динамики движения и управления объектов</p>	<p>Общий подход к проблеме пространственного пограничного слоя. Аналогия между теплопередачей и сопротивлением тела. Интегральное условие импульсов. Метод Кармана-Польгаузена. Обтекание шара. Задача Стокса. Приближение Озеена. Теория смазки. Основные понятия динамики вязкой жидкости. Уравнение неразрывности, импульса и энергии. Безразмерная форма уравнений, безразмерные критерии подобия. Понятие гидродинамической неустойчивости. Линейная задача неустойчивости. Метод малых возмущений. Приближение параллельного течения. Уравнение Орра-Зоммерфельда. Задача на собственные значения. Нелинейная теория неустойчивости. Ламинарно-турбулентный переход. Пространственный пограничный слой на скользящем крыле. Осесимметричные пограничные слои. Пограничный слой на конусе в сверхзвуковом потоке. Стационарный пограничный слой на пластине в газовом потоке. Распределение скорости. Интеграл Крокко. Универсальные законы</p>	Контрольная работа	Зачет, вопросы с 1 по 33.

		<p>распределения скоростей. Турбулентное течение в трубах. Связь между законом сопротивления и распределением скоростей. Распределение скоростей при больших числах Рейнольдса. Универсальный закон сопротивления для гладких труб. Пограничный слой на пластине. Уравнение Лайтхилла. Монопольные, дипольные и квадрупольные источники шума струй. Шум сверхзвуковых турбулентных струй. Уравнения пограничного слоя. Уравнения Прандтля. Интегральные характеристики пограничного слоя. Отрыв пограничного слоя. Область применимости уравнений пограничного слоя. Уравнения Рейнольдса. Гипотеза Буссинеска. Путь перемешивания Прандтля. Гипотеза подобия Кармана. Одно- и двухпараметрические модели турбулентности.</p>		
<p>ПК.13/НИ способность ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения</p>	<p>з1. взаимосвязь физического эксперимента и математического моделирования</p>	<p>Пассивное управление. Управление градиентом давления, отсосом, теплоотдачей, шероховатостью, реологией жидкости, использование гибких и звукопоглощающих поверхностей. Активное управление. Использование МЭМС и контролируемых пульсаций. Пространственный пограничный слой на скользящем крыле. Осесимметричные пограничные слои. Пограничный слой на конусе в сверхзвуковом потоке. Развитие во времени слоя раздела. Плоский турбулентный след. Течение за решеткой из стержней. Уравнения пограничного слоя. Уравнения Прандтля. Интегральные характеристики пограничного слоя. Отрыв пограничного слоя. Область применимости уравнений пограничного слоя.</p>		<p>Зачет, вопросы с 1 по 33.</p>

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 3 семестре – в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ПК.13/НИ.

Зачет проводится в устной форме, по билетам, составленных из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 3 семестре обязательным этапом текущей аттестации является контрольная работа. Требования к выполнению контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ОПК.1, ПК.13/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Струйные и отрывные течения», 3 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов с 1 по 16, второй вопрос из диапазона вопросов с 17 по 33 (список вопросов приведен ниже). В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЛА

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Струйные и отрывные течения»

1. Физические причины отрыва пограничного слоя
2. Монопольный, дипольный и квадрупольный шум турбулентных струй

Составил проф.

Маслов А.А.

Утверждаю: зав. кафедрой АГД _____ проф. Саленко С.Д.
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *менее 10 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *от 10 до 13 баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *от 14 до 17 баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент

при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет от 18 до 20 баллов.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Струйные и отрывные течения»

1. Физический смысл отдельных членов уравнений движения и уравнения энергии.
2. Типы граничных условий.
3. Критерии подобия.
4. Примеры слоистых течений.
5. Расчет течения в кольцевом зазоре.
6. Основы подхода к расчету очень вязких течений.
7. Физическое объяснение эффекта гидродинамической смазки.
8. Оценка скорости снижения облака мелкодисперсных капель.
9. Основные допущения при выводе уравнений пограничного слоя, полученные преимущества и упрощения.
10. Физический смысл интегральных толщин пограничного слоя.
11. Физические причины отрыва пограничного слоя.
12. Асимптотический пограничный слой отсасывания.
13. Закон Блазиуса для сопротивления плоской пластины.
14. Приближенная оценка сопротивления плоской пластины на основе метода Кармана - Польгаузена.
15. Оценка влияния числа Маха на толщину пограничного слоя.
16. Объяснить причины появления поперечных токов пограничного слоя на скользящем крыле.
17. Оценка толщины пограничного слоя на конусе в газовом сверхзвуковом потоке.
18. Пределы применимости решения для ламинарного следа.
19. Линеаризация уравнений движения.
20. Понятие нейтральной кривой.
21. Собственные числа задачи гидродинамической устойчивости.
22. Ламинарно-турбулентный переход пограничного слоя как следствие его неустойчивости.
23. Турбулентная вязкость.
24. Ламинарный подслой.
25. Физический смысл "длины пути смешения" Прандтля.
26. Гипотеза подобия турбулентных течений Кармана.
27. Логарифмические законы распределения скоростей в турбулентных течениях.
28. Кривые Никурадзе.
29. Сопротивление плоской пластины с турбулентным пограничным слоем.
30. Примеры течений со свободной турбулентностью.
31. Алгебраические, $k-\epsilon$ и $k-w$ модели турбулентности.
32. Уравнение Лайтхилла.
33. Монопольный, дипольный и квадрупольный шум турбулентных струй.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Струйные и отрывные течения», 3 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по теме "Расчет параметров отрывного течения вязкого газа", включает 1 задачу. Выполняется письменно.

2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

1. работа считается **не выполненной**, если студент выполнил работу с грубыми нарушениями требований, не защитил её и оценка составляет менее *5 баллов*.
2. работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если студент допускал ошибки в расчетах, не полностью раскрыл заявленную тему, делал поверхностные выводы, слабо продемонстрировал аналитические способности и навыки работы с теоретическими источниками, оценка составляет *5-6 баллов*.
3. работа считается выполненной **на базовом** уровне, если студент выполнил курсовую работу с незначительными замечаниями: тема работы раскрыта, но выводы носят поверхностный характер; при ответе на вопросы защиты допускал не принципиальные ошибки и оценка составляет *7-8 баллов*.
4. работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если студент выполнил работу в полном объеме и на высоком уровне, не допускал ошибок при ответе на вопросы защиты и способен обосновать выбор методов расчета, оценка составляет *9-10 баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Пример варианта контрольной работы

Найти распределение скорости на удаленном расстоянии за системой равноотстоящих стержней исходя из выражения для турбулентного напряжения $\tau = \rho b \chi_1 (U_{\max} - U_{\min}) \frac{\partial U}{\partial y}$