«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Численные методы механики жидкости и газов

: 24.03.03

, :

: 4, : 7 8

		7	8
1	()	5	3
2		180	108
3	, .	84	60
4	, .	36	26
5	, .	0	0
6	, .	36	26
7	, .	0	0
8	, .	2	2
9	, .	10	6
10	, .	96	48
11	(, ,)		
12			

(): 24.03.03

1413 03.12.2015 . , : 31.12.2015 .

: 1,

(): 24.03.03

, 6 20.06.2017

, 5 21.06.2017

:

,

:

,

:

. . .

1.		0	10	1
:				
2.		0	4	1,4
:				
3.		0	12	1,4
:				
4.		0	6	1
:				
5.		0	4	1,4
:8				
:				
6.		0	12	1,4
:				
7.		0	6	1,4
:				
8.		0	8	1,4

3.2

:7				
:				
1.	0	4	1,2,3	
:				
2.	0	8	1,2,3,4	()
:				

3.	0	8	1, 2, 3, 4	
4.	0	6	1, 2, 3, 4	
:				
5.	0	4	1, 3	
:				
6.	0	6	1, 3, 4	
: 8				
:				
7.	0	8	1, 2, 3, 4	
:				
8.	0	8	1, 2, 3, 4	
:				
9.	0	10	1, 2, 3, 4	

4.

: 7				
1		1	56	0
<p style="text-align: center;">: / ;</p> <p style="text-align: center;">, 1998. - 85 .:</p>				
2		1, 4	20	5
<p style="text-align: center;">: / ;</p> <p style="text-align: center;">, 1998. - 85 .:</p>				
3		1, 4	20	5
<p style="text-align: center;">: / ; , 1998. - 85 .:</p>				
: 8				
1		1, 2, 3, 4	10	2

: ; / . . . ; . . . , 1998. - 85 .: .			
2		1	18 0
: ; / . . . ; . . . , 1998. - 85 .: .			
3		1, 4	10 2
: ; / . . . ; , 1998. - 85 .: .			
4		1, 2, 3, 4	10 2
: / . . . ; . . . - . - . , 1998. - 85 .: .			

5.

(. 5.1).

5.1

	-
	e-mail; ;

6.

(),

-
15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

	.	
: 7		
<i>Лабораторная:</i>	30	60
<i>Экзамен:</i>	20	40
: 8		
<i>Лабораторная:</i>	30	60
<i>РГЗ:</i>	10	20
<i>Зачет:</i>	10	20

.9	2.		+	+
	4.		+	+
.8	2.		+	+
.9	2.	+	+	+

1

7.

1. Бахвалов Н. С. Численные методы : учебное пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - М., 2011
 2. Шиплюк А.Н. Методы оптимизации в задачах аэрогазодинамики [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Шиплюк. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 107 с. — 978-5-7782-2453-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45387.html>
 3. Прикладная механика сплошных сред. В 3 т. Т. 3. Численные методы в задачах физики быстропротекающих процессов : [учебник для вузов] / науч. ред. В. В. Селиванов. - М., 2006. - 517, [1] с. : ил.
-
1. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. В 2 т.. Т.1. Основные положения и общие методы : пер. с англ / К. Флетчер ; под ред. В. П. Шидловского. - М., 1991. - 502 с. : ил., табл.
 2. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. В 2 т.. Т. 2 / К. Флетчер ; пер. с англ. В. Ф. Каменецкого ; под ред. Л. И. Турчака. - М., 1991. - 502 с. : ил.
-
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. Ворожцов Е. В. Разностные методы решения задач механики сплошных сред : учебное пособие для магистрантов ФЛА / Е. В. Ворожцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1998. - 85 с. : граф.
2. Численные методы в задачах экологии : методическое пособие / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Т. А. Коротаяева]. - Новосибирск, 2017
3. Численные методы в уравнениях математической физики : учебное пособие / [М. Г. Персова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 57, [2] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232319
4. Персова М. Г. Методы решения больших систем уравнений [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / М. Г. Персова, Ю. Г. Соловейчик, П. А. Домников ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000186200. - Загл. с экрана.

8.2

1 ANSYS Teaching Advanced

9. -

1	(-) , ,	

1	(Internet)	

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

Численные методы механики жидкости и газов

Образовательная программа: 24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика, профиль:
Гидроаэродинамика

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Численные методы механики жидкости и газов 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)
ОК.9 наличием навыков работы с компьютером как со средством управления информацией	у2. уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	Обтекание тела сжимаемым вязким потоком Профиль в невязком несжимаемом потоке Распространение ударной волны. Течение в каверне. Течение газа в канале. Турбулентное течение в канале. Численное решение уравнения Хопфа.	РГЗ, семестр 8.	Экзамен, семестр 7, вопросы 2-3, 7. Зачет, семестр 8, вопросы 2, 8-9, 13-14.
ОК.9	у4. уметь пользоваться наиболее распространенными офисными и математическими пакетами прикладных программ	Генерация двумерной структурированной сетки Ламинарный пограничный слой Обтекание тела сжимаемым вязким потоком Профиль в невязком несжимаемом потоке Распространение ударной волны Течение в каверне Течение газа в канале Турбулентное течение в канале Численное решение уравнения Хопфа	РГЗ, семестр 8.	Экзамен, семестр 7, вопросы 2-3, 7, 18-26. Зачет, семестр 8, вопросы 2, 8-9, 13-14.
ПК.8/НИ умением давать математическое описание баллистических и гидроаэродинамических параметров и характеристик объектов, параметров и характеристик механики движения и управления движением объектов, выполнять математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных методик и пакетов программ	32. основных аналитических, численных и инженерных методов расчета, анализа и обобщения результатов исследований гидро-аэродинамических характеристик различных объектов	Основные понятия. Растягивающиеся сетки. Алгебраические методы. Метод конформного отображения. Постановка задачи потенциального обтекания. Панельный метод. Постановка задачи. Разностные схемы. Тест: ламинарный пограничный слой на клине. Уравнения акустики. Квазилинейное уравнение переноса. Регуляризация численных решений с большими градиентами. Консервативные схемы. Схемы с уменьшением полной вариации. Уравнение конвекции-диффузии. Уравнения движения вязкого газа. Явные схемы. Неявные схемы Уравнения движения несжимаемой вязкой жидкости. Методы решения уравнений для переменных завихренность-функция тока. Методы решения уравнений для физических переменных. Уравнения Эйлера в одномерном случае. Разностные схемы.		Экзамен, семестр 7, вопросы 1-26. Зачет, семестр 8, вопросы 1-12.

		Квазиодномерное течение в канале. Двумерные плоские и осесимметричные течения. Характеристики турбулентных течений. Модели турбулентности. Численная реализация моделей турбулентности.		
ПК.9/НИ готовность к проведению физических и численных экспериментов, других научных исследований, испытаний опытных образцов объектов по заданным методикам	32. методов определения и расчета гидроаэродинамических характеристик технических объектов	Постановка задачи потенциального обтекания. Панельный метод. Постановка задачи. Разностные схемы. Тест: ламинарный пограничный слой на клине. Течение в каверне Уравнения движения несжимаемой вязкой жидкости. Методы решения уравнений для переменных завихренность-функция тока. Методы решения уравнений для физических переменных. Уравнения Эйлера в одномерном случае. Разностные схемы. Квазиодномерное течение в канале. Двумерные плоские и осесимметричные течения. Характеристики турбулентных течений. Модели турбулентности. Численная реализация моделей турбулентности.	РГЗ, семестр 8.	Экзамен, семестр 7, вопросы 8-26. Зачет, семестр 8, вопросы 1-12.

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме экзамена, в 8 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОК.9, ПК.8/НИ, ПК.9/НИ.

Зачет проводится в письменной форме, по билетам.

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

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

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 компетенций ОК.9, ПК.8/НИ, ПК.9/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 экзамена

по дисциплине «Численные методы механики жидкости и газов», 7 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-14, второй вопрос из диапазона вопросов 15-26 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЛА

Билет № 1

к экзамену по дисциплине «Численные методы механики жидкости и газов»

1. Невязкие несжимаемые течения. Постановка внешней задачи. Фундаментальные решения уравнения Лапласа.
2. Двумерные плоские и осесимметричные течения. Уравнения Эйлера в физической и вычислительной областях.
3. Вручную численно решить стационарное уравнение конвекции-диффузии с источником членом.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0-19 *баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 20-24 *баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 25-35 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 34-40 баллов.

3. Шкала оценки

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

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Численные методы механики жидкости и газов»

1. Квазилинейное уравнение переноса. Сильные и слабые разрывы.
2. Квазилинейное уравнение переноса. Разностные схемы.
3. Регуляризация численных решений с большими градиентами.
4. Консервативные схемы.
5. Схемы с уменьшением полной вариации.
6. Стационарное уравнение конвекции-диффузии.
7. Нестационарное уравнение конвекции-диффузии: разностные схемы.
8. Невязкие несжимаемые течения. Постановка внешней задачи. Фундаментальные решения уравнения Лапласа.
9. Невязкие несжимаемые течения. Панельный метод.
10. Одномерные уравнения Эйлера. Дивергентная и не дивергентная формы. Собственные числа, инварианты Римана.
11. Уравнения Эйлера. Характеристическая форма, граничные условия.
12. Уравнения Эйлера. Анализ устойчивости явных схем. Схемы Мак-Кормака и Лакса-Вендроффа.
13. Квазиодномерное течение в канале. Уравнения. Тест 1: задача Римана.
14. Квазиодномерное течение в канале. Тест 2: течение в расширяющемся сопле.
15. Двумерные плоские и осесимметричные течения. Уравнения Эйлера в физической и вычислительной областях.
16. Двумерные плоские и осесимметричные течения. Граничные условия.
17. Двумерные плоские и осесимметричные течения. Тест 3: сверхзвуковое течение в канале.
18. Построение сеток. Основные понятия.
19. Построение сеток. Растягивающиеся сетки.
20. Построение сеток. Алгебраические методы.
21. Построение сеток с помощью конформных отображений. 1-й вариант отображения для генерации C-сетки.
22. Построение сеток с помощью конформных отображений. 2-й вариант отображения для генерации C-сетки.
23. Течения в пограничном слое. Уравнения двумерного ламинарного несжимаемого пограничного слоя.
24. Течения в пограничном слое. Двухслойная чисто невязная схема.
25. Течения в пограничном слое. Трехслойная невязная схема.
26. Течения в пограничном слое. Использование неравномерной сетки. Тест 4: ламинарный пограничный слой на клине.

Паспорт зачета

по дисциплине «Численные методы механики жидкости и газов», 8 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-6, второй вопрос из диапазона вопросов 7-12 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЛА

Билет № 1

к зачету по дисциплине «Численные методы механики жидкости и газов»

1. Вязкие несжимаемые течения. Основные уравнения. Граничные условия.
2. Характеристики турбулентных течений.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(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 0-9 *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 10-12 *баллов*.
- Ответ на билет для зачета 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, оценка составляет 13-17 *баллов*.
- Ответ на билет для зачета 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 18-20 *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 «Численные методы механики жидкости и газов»

1. Вязкие несжимаемые течения. Основные уравнения. Граничные условия.
2. Вязкие несжимаемые течения. Методы расчета для переменных завихренность-функция тока.
3. Вязкие несжимаемые течения. Методы расчета для физических переменных.
4. Уравнения движения вязкого газа.
5. Явные схемы для уравнений вязкого газа.
6. Неявные схемы для уравнений вязкого газа.
7. Характеристики турбулентных течений.
8. Однопараметрические модели турбулентности.
9. Двухпараметрические модели турбулентности.
10. Модель турбулентности LES
11. Модель турбулентности DES.
12. Численная реализация моделей турбулентности.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Численные методы механики жидкости и газов», 8 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны решить задачи по разделам «Невязкие сжимаемые течения», «Несжимаемые вязкие течения» и «Сжимаемые вязкие течения».

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны провести расчет аэродинамических характеристик тела в заданном диапазоне углов атаки и оценить погрешность полученных результатов, провести визуализацию картины течения.

Обязательные структурные части РГЗ: Задачи 1, 2 и 3 (каждая включает задание, алгоритм решения, результаты расчетов, выводы).

Оцениваемые позиции: оформление, срок сдачи.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, большинство результатов содержит числовые ошибки, оценка составляет 0-9 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если все части РГЗ выполнены некоторые результаты содержат числовые ошибки, имеются замечания к оформлению, оценка составляет 10-13 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если все части РГЗ выполнены результаты не содержат числовых ошибок, имеются замечаний к оформлению, либо срок сдачи не выдержан, оценка составляет 13-17 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, замечаний к оформлению нет, срок сдачи выдержан, оценка составляет 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

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

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Задача 1. Пользуясь пакетом прикладных программ, провести расчеты обтекания аэродинамического профиля сжимаемым невязким потоком.

Задача 1. Пользуясь пакетом прикладных программ, провести расчеты обтекания аэродинамического профиля несжимаемым вязким потоком.

Задача 1. Пользуясь пакетом прикладных программ, провести расчеты обтекания аэродинамического профиля сжимаемым вязким потоком.