

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Факультет компьютерных систем и информационных технологий

Кафедра прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета компьютерных
систем и информационных технологий
Кочевский А.А.



» апреля 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Динамика вязкого газа»

По направлению подготовки 01.04.03 Механика и математическое моделирование

Магистерская программа: «Компьютерная аэрогидродинамика»

Луганск – 2023 г.

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Динамика вязкого газа» по направлению подготовки 01.04.03 Механика и математическое моделирование. – с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Динамика вязкого газа» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.04.03 Механика и математическое моделирование утвержденного приказом Министрства науки и высшего образования Российской Федерации от «10» января 2018 года № 14.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент Мальцев Я.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной математики «18» апреля 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой прикладной математики  В.В.Малый

Переутверждена: «__» _____ 20__ г., протокол № _____

Переутверждена: «__» _____ 20__ года, протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий «19» апрель 2023 г., протокол № 8.

Председатель учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий _____

 Н.Н. Ветрова.

© Мальцев Я.И., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

ПК-1 способен проводить научные исследования и получать новые научные и/или прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива;

ПК-2 способен представлять и адаптировать результаты научных исследований с учетом уровня аудитории.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Очно-заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	324 (9 зач. ед)	324 (9 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	96	48
в том числе:		
Лекции	64	24
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	64	24
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	36	36
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	160	264
Форма аттестации	экзамен, курсовая работа	экзамен, курсовая работа

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Уравнения движения.

Уравнение неразрывности. Уравнения Навье-Стокса. Уравнение энергии. Замыкание уравнений движения. Граничные и начальные условия. Безразмерная запись уравнений движения.

Тема 2. Точное решение уравнений динамики вязкого газа.

Обобщенное течение Куэтта. Течение Куэтта между нагретыми плоскостями. Течение Гагена–Пуазейля. Несколько замечаний о применимости полученных результатов.

Тема 3. Ползущие движения.

Обтекание шара. Приближение Стокса. Обтекание шара. Приближение Озеена. Течение в слое смазки

Тема 4. Ламинарный пограничный слой.

Уравнения пограничного слоя. Уравнения Прандтля. Интегральные характеристики пограничного слоя. Отрыв пограничного слоя. Область применимости уравнений пограничного слоя.

Тема 5. Автомодельные решения уравнений пограничного слоя.

Решения Фокнера–Скэн. Задача Блазиуса.

Тема 6. Приближенные однопараметрические методы.

Интегральное условие импульсов. Метод Кармана–Польгаузена.

Тема 7. Стационарный пограничный слой на пластине в газовом потоке.

Распределение скорости. Интеграл Крокко.

Тема 8. Трехмерные пограничные слои.

Пространственный пограничный слой на скользящем крыле. Установившиеся осесимметричные пограничные слои. Пограничный слой на конусе в продольном сверхзвуковом потоке. Общий подход к проблеме пространственного пограничного слоя. Аналогия между теплопередачей и сопротивлением тела.

Тема 9. Спутное течение за пластиной.

Тема 10. Гидродинамическая неустойчивость.

Линейная задача устойчивости. Метод малых возмущений. Приближение параллельного течения. Уравнение Орра–Зоммерфельда. Задача на собственные значения. Нелинейная теория устойчивости. Переход ламинарного течения в турбулентное. Влияние сжимаемости на устойчивость

Тема 11. Методы управления пограничным слоем.

Пассивное управление пограничным слоем. Активное управление пограничным слоем.

Тема 12. Турбулентные течения.

Уравнения Рейнольдса. Гипотеза Буссинеска. «Путь перемешивания» Прандтля. Гипотеза подобия Кармана. Одно- и двухпараметрические модели турбулентности. Универсальные законы распределения скоростей. Турбулентное течение в трубах. Связь между законом сопротивления и распределением скоростей. Универсальные законы распределения скоростей для больших чисел Рейнольдса. Универсальный закон сопротивления для гладких труб при больших числах Рейнольдса. Турбулентный пограничный слой на плоской пластине

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Очно- заочная форма

1	Уравнения движения	4	2
2	Точное решение уравнений динамики вязкого газа	4	2
3	Ползущие движения	4	2
4	Ламинарный пограничный слой	4	2
5	Автомодельные решения уравнений пограничного слоя	6	2
6	Приближенные однопараметрические методы	6	2
7	Стационарный пограничный слой на пластине в газовом потоке	6	2
8	Трехмерные пограничные слои	6	2
9	Спутное течение за пластиной	6	2
10	Гидродинамическая неустойчивость	6	2
11	Методы управления пограничным слоем	6	2
12	Турбулентные течения	6	2
Итого:		64	24

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Очно-заочная форма
1	Моделирование сверхзвукового обтекания тел на основе уравнений Навье-Стокса	6	2
2	Численные методы решения сверхзвукового обтекания тел	6	2
3	Пределы применимости модели сплошной среды для течения разряженного газа	6	2
4	Модели вязкого ударного слоя	6	2
5	Интегрирование параболизированных уравнений Навье-Стокса с помощью маршевых методов	4	2
6	Метод глобальных итераций	4	2
7	Модель тонкого вязкого ударного слоя	4	2
8	Локально-автомодельные решения	4	2
9	Обтекание затупленного тела в дальнем следе	4	2
10	Обтекание сферического затупления потоком от сверхзвукового источника	4	2
11	Течение с ударными волнами	4	-
12	Обтекание тел при наличии вдува	4	-
13	Нестационарные течения	4	-
14	Моделирование пространственных течений	4	-
Итого:		64	20

4.5. Лабораторные работы

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Очно-заочная форма
1	Уравнения движения. Точное решение уравнений динамики вязкого газа	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам, написание рефератов	16	38
2	Ламинарный пограничный слой. Ползущие движения		16	38
3	Автомодельные решения уравнений пограничного слоя. Приближенные однопараметрические методы		14	36
4	Стационарный пограничный слой на пластине в газовом потоке. Трехмерные пограничные слои		14	36
5	Спутное течение за пластиной. Гидродинамическая неустойчивость. Методы управления пограничным слоем		14	36
6	Турбулентные течения		14	35
7	Выполнение курсовой работы	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации, оформление записки	36	36
8	Подготовка к аттестации	Повторение пройденного материала	36	9
Итого:			160	264

4.7. Курсовые проекты. Учебным планом предусмотрено выполнение курсовой работы на тему «Расчет обтекания тела потоком вязкого газа».

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

– технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

– технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

– технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

– технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

– технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования

– технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором или преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- комбинированный контроль;
- реферат;

- решение задач.

Фонды оценочных средств, включающие типовые индивидуальные задания, контрольные работы, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Форма аттестации по результатам освоения дисциплины проходит в форме письменного экзамена, включающего теоретические вопросы, защита курсовой работы. В случае неполного, спорного или некорректного выполнения задания письменного экзамена, допускается уточняющий устный опрос студента, на основании которого возможна корректировка оценки результатов промежуточной аттестации. Допуск к промежуточной аттестации производится на основании результатов текущего контроля, а именно отсутствию задолженностей по всем видам текущего контроля. Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Адрианов А.Л., Математическое моделирование ударных течений идеального и вязкого теплопроводного газа на основе дискретно-аналитического подхода / Адрианов А. Л. - Красноярск : СФУ, 2016. - 216 с. - ISBN 978-5-7638-3365-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763833652.html>
2. Башкин В.А., Численное моделирование динамики вязкого совершенного газа / Башкин В.А., Егоров И.В. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 372 с. - ISBN 978-5-9221-1265-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112659.html>
3. Маслов А.А., Динамика вязкого газа, турбулентность и струи : учеб. пособие / Маслов А.А. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010. - 214 с. (Серия "Учебники НГТУ") - ISBN 978-5-7782-1434-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778214347.html>

б) дополнительная литература:

1. Механика жидкости и газа [Текст] : учебник / Л. Г. Лойцянский. - 7-е изд., испр. - М. : Дрофа, 2003. - 840 с.
2. Гиперзвуковые течения вязкого газа [Текст] / У. Х. Дорренс ; пер. с англ. П. П. Корябова, Ю. Н. Павловского, В. В. Щенникова ; под ред. А. А. Дородницына. - М. : Мир, 1966. - 439 с.

в) методические указания:

1. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Динамика вязкого газа» для студентов направления 01.04.03 Механика и математическое моделирование / Сост.: Мальцев Я.И. Луганск, ЛНУ им. В. Даля, 2015. – 16 с.

2. Методические указания к курсовой работе по дисциплине «Динамика вязкого газа» для студентов направления 01.04.03 Механика и математическое моделирование / Сост.: Мальцев Я.И. Луганск, ЛНУ им. В. Даля, 2015. – 18 с.

в) Интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

9. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» –

<http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

10. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

11. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Динамика вязкого газа» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия: аудитория, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Практические занятия: аудитория, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator

Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
----------------------	---------------------------------------	---

Паспорт
фонда оценочных средств по учебной дисциплине
«Динамика вязкого газа»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-2	способен разрабатывать и применять новые методы математического моделирования в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности	Тема 1. Уравнения движения. Тема 2. Точное решение уравнений динамики вязкого газа. Тема 3. Ползущие движения. Тема 4. Ламинарный пограничный слой. Тема 7. Стационарный пограничный слой на пластине в газовом потоке. Тема 8. Трехмерные пограничные слои. Тема 9. Спутное течение за пластиной. Тема 12. Турбулентные течения.	2
2	ПК-1	способен проводить научные исследования и получать новые научные и/или прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива	Тема 5. Автомодельные решения уравнений пограничного слоя. Тема 6. Приближенные однопараметрические методы. Тема 10. Гидродинамическая неустойчивость. Тема 11. Методы управления пограничным слоем.	2
3	ПК-2	способен представлять и адаптировать результаты научных исследований с учетом уровня аудитории	Тема 1. Уравнения движения. Тема 2. Точное решение уравнений динамики вязкого газа. Тема 3. Ползущие движения. Тема 4. Ламинарный пограничный слой. Тема 5. Автомодельные решения уравнений пограничного слоя. Тема 6. Приближенные однопараметрические методы. Тема 7. Стационарный пограничный слой на пластине в газовом потоке.	

			<p>Тема 8. Трехмерные пограничные слои.</p> <p>Тема 9. Спутное течение за пластиной.</p> <p>Тема 10. Гидродинамическая неустойчивость.</p> <p>Тема 11. Методы управления пограничным слоем.</p> <p>Тема 12. Турбулентные течения.</p>	
--	--	--	---	--

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ОПК-2	<p><i>Знать достоинства и недостатки применения конкретных методов для решения поставленных прикладных задач, аргументированно обосновывая критерии оценки и сравнения методов</i></p> <p><i>Совершенствует существующие методы при решении конкретных прикладных задач, аргументированно обосновывая критерии, по которым проводились изменения и сравнение методов</i></p> <p><i>Владеть навыками реализации новых методов при решении конкретных прикладных задач в сфере своей профессиональной деятельности</i></p>	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4. Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 12.	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, рефераты
2	ПК-1	<p><i>Знать подходы и методы решения исследовательских задач в составе научного коллектива</i></p> <p><i>Уметь самостоятельно решать исследовательские задачи в рамках выполнения научных исследований с получением новых научных и/или прикладных результатов</i></p> <p><i>Владеть навыками объективно оценивать результаты исследований и разработок,</i></p>	Тема 5, Тема 6, Тема 10, Тема 11.	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, рефераты

		<i>полученные им или другими специалистами</i>		
3	ПК-2	Знать методы анализа научных данных, способы проведения научных исследований в области сложных процессов и систем Уметь оформлять рефераты, обзоры, отчетные документы по проведенным научным исследованиям, тезисы и/или статьи в соответствии с требованиями и с учетом соблюдения авторских прав Владеть навыками апробирования полученных результатов исследований на научных мероприятиях различного уровня с участием профессионального сообщества	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12.	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, рефераты

**Фонды оценочных средств по дисциплине
«Динамика вязкого газа»**

**Вопросы для комбинированного контроля усвоения
теоретического материала (устно или письменно):**

1. Уравнения движения.
2. Точное решение уравнений динамики вязкого газа.
3. Ползущие движения.
4. Ламинарный пограничный слой.
5. Автомодельные решения уравнений пограничного слоя.
6. Приближенные однопараметрические методы.
7. Стационарный пограничный слой на пластине в газовом потоке.
8. Трехмерные пограничные слои.
9. Спутное течение за пластиной.
10. Гидродинамическая неустойчивость.
11. Методы управления пограничным слоем.
12. Турбулентные течения.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
комбинированный контроль усвоения теоретического материала

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил

	рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Тематика практических занятий:

1. Моделирование сверхзвукового обтекания тел на основе уравнений Навье-Стокса
2. Численные методы решения сверхзвукового обтекания тел
3. Пределы применимости модели сплошной среды для течения разряженного газа
4. Модели вязкого ударного слоя
5. Интегрирование параболизированных уравнений Навье-Стокса с помощью маршевых методов
6. Метод глобальных итераций
7. Модель тонкого вязкого ударного слоя
8. Локально-автомодельные решения
9. Обтекание затупленного тела в дальнем следе
10. Обтекание сферического затупления потоком от сверхзвукового источника
11. Течение с ударными волнами
12. Обтекание тел при наличии вдува
13. Нестационарные течения
14. Моделирование пространственных течений

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – *задания по практическим занятиям*

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не

Темы рефератов:

1. Обобщенное течение Куэтта.
2. Течение Куэтта между нагретыми плоскостями.
3. Течение Гагена–Пуазейля.
4. Обтекание шара. Приближение Стокса.
5. Обтекание шара. Приближение Озеена.
6. Уравнения пограничного слоя. Уравнения Прандтля.
7. Интегральные характеристики пограничного слоя.
8. Отрыв пограничного слоя.
9. Решения Фокнера–Скэн.
10. Задача Блазиуса.
11. Интегральное условие импульсов.
12. Метод Кармана–Польгаузена.
13. Интеграл Крокко.
14. Линейная задача устойчивости. Метод малых возмущений.
15. Приближение параллельного течения. Уравнение Орра–Зоммерфельда.
16. Задача на собственные значения. Нелинейная теория устойчивости.
17. Переход ламинарного течения в турбулентное. Влияние сжимаемости на устойчивость
18. Пассивное управление пограничным слоем.
19. Активное управление пограничным слоем.
20. Уравнения Рейнольдса.
21. Гипотеза Буссинеска.
22. «Путь перемешивания» Прандтля.
23. Гипотеза подобия Кармана.
24. Одно- и двухпараметрические модели турбулентности.
25. Универсальные законы распределения скоростей. Турбулентное течение в трубах.
26. Связь между законом сопротивления и распределением скоростей.
27. Универсальные законы распределения скоростей для больших чисел Рейнольдса.
28. Универсальный закон сопротивления для гладких труб при больших числах Рейнольдса. Турбулентный пограничный слой на плоской пластине

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – *реферат*

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Реферат представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
4	Реферат представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
3	Реферат представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
2	Реферат представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Тема и задание курсовой работы:

Тема: «Расчет обтекания тела потоком вязкого газа».

Преподавателем выдаются исходные данные для расчета: плотность среды, вязкость среды, скорость невозмущенного потока, угол атаки, геометрические параметры обтекаемого тела.

Задание:

1.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
курсовая работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	В курсовой работе содержание соответствует заявленной теме; в полном объеме раскрыты вопросы теоретической и практической части работы; отсутствуют ошибки, неточности, несоответствия в изложении разделов; сделаны верные выводы; высокое качество оформления; представление курсового проекта в указанные сроки; уверенная защита.
4	В курсовой работе содержание соответствует заявленной теме; наличие небольших неточностей в изложении теоретического или практического разделов; верные выводы; хорошее качество оформления; представление курсовой работы в указанные сроки.
3	В курсовой работе содержание соответствует заявленной теме; недостаточно полно раскрыты вопросы теоретической или практической части; наличие ошибок и неточностей в изложении

	теоретического или практического разделов; недостаточно глубокий анализ результатов; небрежное оформление; представление курсовой работы в поздние сроки; ошибки и неточности в ходе защиты.
2	В курсовой работе содержание не соответствует заявленной теме; не раскрыты вопросы теоретической или практической части; наличие грубых ошибок в изложении теоретического или практического разделов; отсутствие анализа результатов; низкое качество оформления; представление в поздние сроки; грубые ошибки в ходе защиты.

Вопросы к экзамену:

1. Уравнение неразрывности. Уравнения Навье-Стокса.
2. Уравнение энергии. Замыкание уравнений движения.
3. Граничные и начальные условия. Безразмерная запись уравнений движения
4. Обобщенное течение Куэтта. Течение Куэтта между нагретыми плоскостями.
5. Течение Гагена–Пуазейля. Несколько замечаний о применимости полученных результатов
6. Обтекание шара. Приближение Стокса.
7. Обтекание шара. Приближение Озеена. Течение в слое смазки
8. Уравнения пограничного слоя. Уравнения Прандтля.
9. Интегральные характеристики пограничного слоя.
10. Отрыв пограничного слоя. Область применимости уравнений пограничного слоя
11. Решения Фокнера–Скэн. Задача Блазиуса.
12. Интегральное условие импульсов. Метод Кармана–Польгаузена.
13. Распределение скорости. Интеграл Крокко.
14. Пространственный пограничный слой на скользящем крыле.
15. Установившиеся осесимметричные пограничные слои.
16. Пограничный слой на конусе в продольном сверхзвуковом потоке.
17. Общий подход к проблеме пространственного пограничного слоя.
18. Аналогия между теплопередачей и сопротивлением тела.
19. Спутное течение за пластиной
20. Линейная задача устойчивости. Метод малых возмущений.
21. Приближение параллельного течения. Уравнение Орра–Зоммерфельда.

22. Задача на собственные значения. Нелинейная теория устойчивости.
23. Переход ламинарного течения в турбулентное. Влияние сжимаемости на устойчивость
24. Пассивное управление пограничным слоем.
25. Активное управление пограничным слоем.
26. Уравнения Рейнольдса. Гипотеза Буссинеска.
27. «Путь перемешивания» Прандтля. Гипотеза подобия Кармана.
28. Одно- и двухпараметрические модели турбулентности.
29. Универсальные законы распределения скоростей. Турбулентное течение в трубах.
30. Связь между законом сопротивления и распределением скоростей.
31. Универсальные законы распределения скоростей для больших чисел Рейнольдса.
32. Универсальный закон сопротивления для гладких труб при больших числах Рейнольдса. Турбулентный пограничный слой на плоской пластине

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при

	выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы
--	--

Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)