

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.

19 » апреля 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Прикладная газовая динамика»

По направлению подготовки 01.03.03 Механика и математическое
моделирование

Профиль: «Механика деформируемых тел и сред»

Луганск – 2023 г.

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Прикладная газовая динамика» по направлению подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование. – с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Прикладная газовая динамика» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «10» января 2018 года № 10.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент Бугаенко В.В.

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

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

© Бугаенко В.В., 2023 год

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

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Целью изучения дисциплины «Прикладная газовая динамика» является приобретение студентами навыков в решении инженерных задач по расчёту параметров потоков газов, размеров проточной части каналов технологических устройств использующих газовые потоки.

Задачами данного курса являются изучение теоретических основ закономерностей движения газов в каналах технологического оборудования, движения твёрдых тел в газах.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Прикладная газовая динамика» входит в блок обязательной части профессионального цикла учебного плана по программе бакалавриата.

Необходимым условием для освоения дисциплины являются знания умения и навыки, полученные студентами при изучении дисциплин: «Алгебра и геометрия», «Общая физика», «Основы механики сплошной среды»

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Общая физика», «Теплофизические свойства жидкостей и газов», «Основы механики сплошной среды», «Основы профессиональных знаний по механике и математическому моделированию» и служит основой для выполнения квалификационной работы.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-3. Способен использовать методы физического моделирования и современное экспериментальное оборудование в профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Знать современное испытательное оборудование в области механики твёрдых тел или жидкостей.	Знать: современные способы и средства измерения параметров потоков газов.
	ОПК - 3.2. Уметь использовать математические модели для описания механических свойств материалов и сред.	Уметь: осуществить составление уравнений математической модели газодинамических процессов в технологических аппаратах.
	ОПК - 3.3. Владеть навыками физического моделирования в области механики твёрдых тел или жидкостей.	Владеть: навыками физического моделирования газодинамических процессов происходящих в технологическом оборудовании.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	108 (3,0 зач. ед)	108 (3,0 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	56	20
в том числе:		
Лекции	28	10
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	28	10
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	52	88
Итоговая аттестация	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Уравнение неразрывности. Уравнение неразрывности для элементарной струйки несжимаемой жидкости. Уравнение неразрывности для элементарной струйки газа.

Тема 2. Уравнение энергии. Потенциальная, внутренняя и кинетическая энергия потока газа. Энтальпия, температура торможения потока.

Тема 3. Предельная скорость движения газа. Число Маха. Число Маха как характеристика преобразования теплосодержания в кинетическую энергию потока. Дозвуковое и сверхзвуковое течение. Критическое значение числа Маха. Приведенная скорость. Соотношение между числом Маха и приведенной скоростью.

Тема 4. Механическая форма уравнения энергии (уравнение Бернулли). Зависимость скорости движения потока от давления и плотности газа с учётом производимой газом технической работы, изменения потенциальной энергии и работы сил трения. Формы уравнения Бернулли.

Тема 5. Уравнение количества движения. Уравнение количества движения для элементарной струйки газа. Применение уравнений энергии и количества движения для отдельных случаев течения.

Тема 6. Прямые скачки уплотнения. Образование волн сжатия и разрежения. Распространение ударной волны. Ударные волны постоянной интенсивности. Прямая ударная волна. Соотношение скорости течения газа до и после прямого скачка уплотнения.

Тема 7. Косые скачки уплотнения. Условия возникновения косых скачков уплотнения. Соотношение скорости течения газа до и после косого скачка уплотнения. Соотношение параметров потока газа до и после косого скачка уплотнения.

Тема 8. Ускорение газового потока. Сверхзвуковое сопло. Условия перехода дозвукового течения в сверхзвуковое. Сопло Лавалья.

Тема 9. Нерасчётные режимы истечения из сопла Лавалья. Случаи истечения из сопла Лавалья с избытком давления и при недостатке давления.

Тема 10. Адиабатическое течение газа с трением. Кризис течения. Невозможность перехода дозвукового течения газа в сверхзвуковое под влиянием трения.

Тема 11. Течение газа в трубе постоянного сечения. Зависимость параметров газа от приведенной скорости в трубе постоянного сечения.

Тема 12. Общие условия перехода от дозвукового течения к сверхзвуковому и обратно. Изменение числа Маха в газовом потоке под воздействием сил трения, теплового и геометрического воздействия, а также при изменении расхода газа и при совершении механической работы.

Тема 13. Расчёт газовых течений с помощью газодинамических функций. Соотношения между основными характеристиками потока газа и параметрами торможения потока в зависимости от приведенной скорости. Взаимосвязь между газодинамическими функциями. Применение газодинамических функций для расчёта параметров потоков

Тема 14. Течение газа с трением в цилиндрической трубе при заданной величине отношения давлений на входе и выходе. Течение газа при значении приведенной скорости на входе в трубу меньше единицы. Течение газа при значении приведенной скорости на входе в трубу больше единицы.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Уравнение неразрывности.	2	0,5
2	Уравнение энергии.	2	1
3	Предельная скорость движения газа. Число Маха.	2	0,5
4	Механическая форма уравнения энергии (уравнение Бернулли).	2	0,5
5	Уравнение количества движения.	2	0,5
6	Прямые скачки уплотнения.	2	0,5
7	Косые скачки уплотнения.	2	0,5
8	Ускорение газового потока. Сверхзвуковое сопло.	2	0,5
9	Нерасчётные режимы истечения из сопла Лавалья.	2	0,5
10	Адиабатическое течение газа с трением. Кризис течения.	2	1
11	Течение газа в трубе постоянного сечения. Общие условия перехода от дозвукового течения к сверхзвуковому и обратно.	2	1
12	Общие условия перехода от дозвукового течения к сверхзвуковому и обратно.	2	1
13	Расчёт газовых течений с помощью газодинамических функций.	2	1

14	Течение газа с трением в цилиндрической трубе при заданной величине отношения давлений на входе и выходе.	2	1
Итого:		28	10

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Основные газодинамические понятия и зависимости.	4	1
2	Одномерные изоэнтропические течения газа.	4	1,5
3	Течение газа с ударными волнами. Прямые скачки уплотнения.	4	1,5
4	Течение газа с ударными волнами. Косые скачки уплотнения.	4	1,5
5	Расчёт течений газа с учётом трения.	4	1,5
6	Расчёт течений газа при наличии энергообмена.	4	1,5
7	Расчёт потоков газа с помощью газодинамических функций.	4	1,5
Итого:		28	10

4.5. Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Уравнение неразрывности.	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к экзамену	3	6
2	Уравнение энергии.		4	6
3	Предельная скорость движения газа. Число Маха.		3	6
4	Механическая форма уравнения энергии (уравнение Бернулли).		4	6
5	Уравнение количества движения.		4	6
6	Прямые скачки уплотнения.		4	6
7	Косые скачки уплотнения.		3	6
8	Ускорение газового потока. Сверхзвуковое сопло.		3	7
9	Нерасчётные режимы истечения из сопла Лавала.		4	7
10	Адиабатическое течение газа с трением. Кризис течения.		4	7
11	Течение газа в трубе постоянного сечения. Общие условия перехода от дозвукового течения		4	7

	к сверхзвуковому и обратно.			
12	Общие условия перехода от дозвукового течения к сверхзвуковому и обратно.		4	6
13	Расчёт газовых течений с помощью газодинамических функций.		4	6
14	Течение газа с трением в цилиндрической трубе при заданной величине отношения давлений на входе и выходе.		4	
Итого:			52	88

4.7. Курсовые проекты. Учебным планом не предусмотрено выполнение курсового проекта.

5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Прикладная газовая динамика» используются следующие образовательные технологии:

Традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов;

Информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов, конспектов, методических указаний в электронной форме;

Технологии проблемного обучения в рамках разбора проблемных ситуаций;

Работа в команде: совместная работа студентов в группе в рамках разбора проблемных ситуаций.

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

а) основная литература:

1. Строгалева В.П., Основы прикладной газовой динамики : Учебное пособие / В. П. Строгалева, И. О. Толкачева, Н. В. Быков. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 172 с. - ISBN 978-5-7038-3980-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703839805.html>

б) дополнительная литература:

1. Прикладная газовая динамика. / Абрамович Г. Н. Изд. 5-е, испр. и доп. Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», М., 1991. - 600 с.

2. Фабрикант Н. Я. Аэродинамика. Общий курс. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы. 1964. – 816 с.

3. Дейч М. Е. Техническая газодинамика. Изд. 2-е, перераб. М. – Л. Госэнергоиздат, 1961. – 671 с.

1. Давидсон В. Е. Основы газовой динамики в задачах. М.: Высшая школа, 1965. – 208 с.

в) методические указания:

1. Методические указания для практических занятий и самостоятельной работы по дисциплине «Газовая динамика». /Сост.: Бугаенко В. В. Луганск, ЛНУ им. В. Даля, 2015. – 24 с.

в) Интернет-ресурсы:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703839805.html>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются презентационная техника, наглядные пособия, плакаты, лабораторные установки, демонстрационные приборы.

Лекционные занятия: компьютер, проектор, экран, наглядные пособия.

Практические занятия: компьютер, проектор, экран, наглядные пособия, методические материалы.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Прикладная газовая динамика»

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине «Прикладная газовая динамика»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	ОПК-3. Способен использовать методы физического моделирования и современное экспериментальное оборудование в	Пороговый	Знать: математические модели для описания характеристик газовых потоков.
Основной	профессиональной деятельности	Базовый	Уметь: использовать математические модели для описания характеристик газовых потоков.

Заключительный		Высокий	Владеть: методами использования математических моделей для описания характеристик газовых потоков.
----------------	--	---------	--

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

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-3	Способен использовать методы физического моделирования и современное экспериментальное оборудование в профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Знать современное испытательное оборудование в области механики твёрдых тел или жидкостей.	Тема 1. Уравнение неразрывности. Тема 2. Уравнение энергии. Тема 3. Предельная скорость движения газа. Число Маха. Тема 4. Механическая форма уравнения энергии (уравнение Бернулли). Тема 5. Уравнение количества движения. Тема 6. Прямые скачки уплотнения. Тема 7. Косые скачки уплотнения. Тема 8. Ускорение газового потока. Сверхзвуковое сопло. Тема 9. Нерасчётные режимы истечения из сопла Лавалья. Тема 10. Адиабатическое течение газа с трением. Кризис течения. Тема 11. Течение газа в трубе постоянного сечения. Общие условия перехода от дозвукового течения к сверхзвуковому и обратно. Тема 12. Общие условия перехода от дозвукового течения к сверхзвуковому и обратно. Тема 13. Расчёт газовых течений с помощью газодинамических функций. Тема 14. Течение газа с трением в цилиндрической трубе при заданной величине отношения	8

				давлений на входе и выходе.	
			ОПК - 3.2. Уметь использовать математические модели для описания механических свойств материалов и сред.	Тема 1. Уравнение неразрывности. Тема 2. Уравнение энергии. Тема 3. Предельная скорость движения газа. Число Маха. Тема 4. Механическая форма уравнения энергии (уравнение Бернулли). Тема 5. Уравнение количества движения. Тема 6. Прямые скачки уплотнения. Тема 7. Косые скачки уплотнения. Тема 8. Ускорение газового потока. Сверхзвуковое сопло. Тема 9. Нерасчётные режимы истечения из сопла Лавалья. Тема 10. Адиабатическое течение газа с трением. Кризис течения. Тема 11. Течение газа в трубе постоянного сечения. Общие условия перехода от дозвукового течения к сверхзвуковому и обратно. Тема 12. Общие условия перехода от дозвукового течения к сверхзвуковому и обратно. Тема 13. Расчёт газовых течений с помощью газодинамических функций. Тема 14. Течение газа с трением в цилиндрической трубе при заданной величине отношения давлений на входе и выходе.	8
			ОПК - 3.3. Владеть навыками физического моделирования в области механики твёрдых тел или жидкостей	Тема 1. Уравнение неразрывности. Тема 2. Уравнение энергии. Тема 3. Предельная скорость движения газа. Число Маха. Тема 4. Механическая форма уравнения энергии (уравнение Бернулли). Тема 5. Уравнение количества движения. Тема 6. Прямые скачки уплотнения. Тема 7. Косые скачки уплотнения. Тема 8. Ускорение газового потока. Сверхзвуковое сопло. Тема 9. Нерасчётные режимы истечения из сопла Лавалья.	8

				Тема 10. Адиабатическое течение газа с трением. Кризис течения. Тема 11. Течение газа в трубе постоянного сечения. Общие условия перехода от дозвукового течения к сверхзвуковому и обратно. Тема 12. Общие условия перехода от дозвукового течения к сверхзвуковому и обратно. Тема 13. Расчёт газовых течений с помощью газодинамических функций. Тема 14. Течение газа с трением в цилиндрической трубе при заданной величине отношения давлений на входе и выходе.	
--	--	--	--	---	--

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ОПК-3	ОПК-3.1. Знать современное испытательное оборудование в области механики твёрдых тел или жидкостей.	Знать: Современные Способы и средства измерения параметров потоков газов	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12 Тема 13, Тема 14.	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, рефераты, экзамен.
		ОПК - 3.2. Уметь использовать математическую модель для описания механических свойств материалов и сред.	Уметь: осуществить составление уравнений математической модели газодинамических процессов в технологических аппаратах.	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12 Тема 13,	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, рефераты, экзамен.

				Тема 14.	
		ОПК - 3.3. Владеть навыками физического моделирования в области механики твёрдых тел или жидкостей	Владеть: навыками физического моделирования газодинамических процессов происходящих в технологическом оборудовании.	Тема 8, Тема 10, Тема 12, Тема 14.	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, рефераты, экзамен.

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

1. Как определить скорость звука в потоке газа?
2. Записать уравнение неразрывности для потока газа.
3. Как определить температуру торможения газового потока?
4. Как определить температуру газового потока?
5. Записать уравнение энергии для потока газа.
6. Как определить предельную скорость движения газа.
7. Какую характеристику потока определяет число Маха?
8. Записать формулу для определения числа Маха.
9. Записать уравнение энергии в механической форме (уравнение Бернулли).
10. Записать уравнение количества движения для потока газа.
11. Что представляет собой скачок уплотнения в потоке газа?
12. Указать условия возникновения прямых скачков уплотнения в потоке газа.
13. Указать условия возникновения косых скачков уплотнения в потоке газа.
14. От чего зависит угол наклона косого скачка уплотнения?
15. Условия, необходимые для возникновения сверхзвукового потока.
16. Что представляет собой сверхзвуковое сопло?
17. Нерасчётные режимы истечения из сопла Лаваля.
18. Что означает термин «кризис течения»?
19. Опишите закономерности течения газа в трубе постоянного сечения.
20. Укажите общие условия перехода от дозвукового течения к сверхзвуковому и обратно.
21. Что означает термин «газодинамические функции»?
22. Приведите пример расчёта газовых течений с помощью газодинамических функций.
23. Укажите закономерности течения газа с трением в цилиндрической трубе при заданной величине отношения давлений на входе и выходе.

**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.)

Задания по практическим занятиям:

1. Основные газодинамические понятия и зависимости.
2. Определение параметров одномерных изоэнтропических потоков газа.
3. Определение параметров потоков газа с ударными волнами. Прямые скачки уплотнения.
4. Определение параметров потоков газа с ударными волнами. Косые скачки уплотнения.
5. Расчёт течений газа с учётом трения.
6. Расчёт течений газа при наличии энергообмена.
7. Расчёт потоков газа с помощью газодинамических функций.

**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 представлено (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Темы рефератов:

- Тема 1. Уравнение неразрывности.
Тема 2. Уравнение энергии.
Тема 3. Предельная скорость движения газа. Число Маха.

- Тема 4. Механическая форма уравнения энергии (уравнение Бернулли).
Тема 5. Уравнение количества движения.
Тема 6. Прямые скачки уплотнения.
Тема 7. Косые скачки уплотнения.
Тема 8. Ускорение газового потока. Сверхзвуковое сопло.
Тема 9. Нерасчётные режимы истечения из сопла Лавала.
Тема 10. Адиабатическое течение газа с трением. Кризис течения.
Тема 11. Течение газа в трубе постоянного сечения.
Тема 12. Общие условия перехода от дозвукового течения к сверхзвуковому и обратно.
Тема 13. Расчёт газовых течений с помощью газодинамических функций.
Тема 14. Течение газа с трением в цилиндрической трубе при заданной величине отношения давлений на входе и выходе.

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.)

Вопросы к экзамену:

1. Скорость распространения волн давления малой амплитуды (скорость звука).
2. Термодинамические процессы в газах.
3. Одномерное течение идеального газа в канале переменного сечения. Ускорение газового потока.
4. Уравнение неразрывности при одномерном течении газа.
5. Уравнение энергии для одномерного течения газа.
6. Предельная скорость движения газа. Число Маха.
7. Механическая форма уравнения энергии (уравнение Бернулли).
8. Уравнение количества движения для одномерного течения газа.
9. Параметры торможения в потоке газа.
10. Скачки уплотнения. Природа возникновения скачков уплотнения.

- 11.Прямые скачки уплотнения.
- 12.Потери полного давления в прямом скачке уплотнения.
- 13.Косые скачки уплотнения. Потери давления в косом скачке уплотнения.
- 14.Ускорение газового потока. Сверхзвуковое сопло.
- 15.Нерасчётные режимы истечения из сопла Лавала.
- 16.Адиабатическое течение газа с трением. Кризис течения.
- 17.Течение газа в трубе постоянного сечения.
- 18.Общие условия перехода от дозвукового течения к сверхзвуковому и обратно.
- 19.Расчёт газовых течений с помощью газодинамических функций.
- 20.Течение газа с трением в цилиндрической трубе при заданной величине отношения давлений на входе и выходе.

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

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений с указанием страниц	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)
1.			
2.			
3.			
4.			