

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Юнаков Л. П.
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕЧЕНИЕ ГАЗА С ЧАСТИЦАМИ

Направление/специальность подготовки	24.04.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Авиационная и ракетно-космическая теплотехника
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
6	11	4	144	68	34	0	34	76	0	0	76	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

24.04.05 Двигатели летательных аппаратов

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Тетерина Ирина Владимировна, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕЧЕНИЕ ГАЗА С ЧАСТИЦАМИ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-2.02 — способность проводить работы по вычислительному моделированию теплообмена изделий авиационной и ракетно-космической техники, анализировать и обобщать результаты
ПСК-2.04 — способность проводить работы, анализировать и обобщать результаты по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-2.02

знания:

основные физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов, особенности физического и математического моделирования одномерных и многомерных, дозвуковых и сверхзвуковых, ламинарных и турбулентных течений идеальной и реальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей;

умения:

использовать математический аппарат и информационные технологии при изучении естественнонаучных дисциплин; строить математические модели физических явлений; рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течениях в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических установок;

навыки:

проведения расчета процессов тепломассопереноса, основных аналитических и численных методов решения алгебраических и дифференциальных уравнений и их систем.

ПСК-2.04

знания:

законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к установкам и системам различного назначения; принципы применения современных информационных технологий в науке и предметной деятельности;

умения:

использовать математический аппарат и информационные технологии при изучении естественнонаучных дисциплин; строить математические модели физических явлений;

навыки:

применения основных аналитических и численных методов решения алгебраических и дифференциальных уравнений и их систем; поиска и обработки информации как вручную, так и с применением современных информационных технологий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕЧЕНИЕ ГАЗА С ЧАСТИЦАМИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.04.05 *Двигатели летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АЭРОГИДРОМЕХАНИКИ, ВНУТРЕННЯЯ ГАЗОДИНАМИКА ЭНЕРГОУСТАНОВОК, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен осуществлять подготовку научных публикаций, научно-технических отчетов, обзоров по результатам выполненных исследований и разработок
- ОПК-2 — Способен использовать современные информационные технологии при выполнении научных исследований и разработок; использовать стандартные пакеты прикладных программ; способен к алгоритмизации процесса вычислений при проведении исследований; организовывать и соблюдать требования информационной безопасности в профессиональной деятельности
- ОПК-4 — Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики, разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов для постановки и решения научно-технических задач по направлению подготовки
- ПСК-2.01 — Способен проводить анализ газодинамических и теплообменных процессов, сопровождающих работу энергоустановок авиационной и ракетно-космической техники
- ПСК-2.02 — Способен проводить работы по вычислительному моделированию теплообмена изделий авиационной и ракетно-космической техники, анализировать и обобщать результаты
- ПСК-2.04 — Способен проводить работы, анализировать и обобщать результаты по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-2.02	ПСК-2.04
6	11	Раздел 1. Сопротивление и теплообмен индивидуальной частицы. Движение частицы в вязкой несжимаемой жидкости. Уравнения Навье - Стокса. Критерий Рейнольдса. Коэффициенты сил и моментов. Формула Стокса. Стандартная кривая сопротивления сферы. Режимы обтекания сферы. Влияние различных факторов на коэффициент сопротивления. Вращение частицы. Движение частицы в потоке с поперечным сдвигом, с градиентом температур, под действием силы тяжести. Нестационарные эффекты при движении частиц. Движение частицы в турбулентном потоке. Теплообмен частицы с газом. Уравнения движения и теплообмена пробной частицы.	52	26	16	10	26	30	30
6	11	Раздел 2. Моделирование движения индивидуальных частиц в газовых потоках. Математическая модель течения Куэтта. Точные решения для распределения температуры в вязком течении. Влияние сил Сэффмана на движение частиц в слое Куэтта. Программная реализация задачи. Моделирование движения частиц в потоке с концентрированной завихренностью. Вихревые потоки. Силы, действующие на частицу. Течение между вращающимися коаксильными цилиндрами.	48	22	10	12	26	30	30
6	11	Раздел 3. Математические модели двухфазных течений. Методы моделирования двухфазных течений. Континуальный подход. Траекторный подход. Кинетический подход. Обоснование некоторых допущений. Постановка граничных условий. Интегральные характеристики.	44	20	8	12	24	40	40
Всего за 11 семестр			144	68	34	34	76	100	100
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Сопротивление и теплообмен индивидуальной частицы.	Расчёт сопротивления и теплообмена частиц в потоке.	10
2	Раздел 2. Моделирование движения индивидуальных частиц в газовых потоках.	Движение частицы в слое Куэтта. Моделирование движения частиц в потоке с концентрированной завихренностью.	12
3	Раздел 3. Математические модели двухфазных течений.	Траекторный Лагранжев подход	12
Всего за 11 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Сопротивление и теплообмен индивидуальной частицы.	Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой, выполнение индивидуального задания.	26
2	Раздел 2. Моделирование движения индивидуальных частиц в газовых потоках.	Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой, выполнение индивидуального задания.	26
3	Раздел 3. Математические модели двухфазных течений.	Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой, выполнение индивидуального задания.	24
Всего за 11 семестр			76

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
11						ДР		ИПЗ		ДР			ИПЗ			ДР	ИПЗ, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Гусев. . Механика жидкости и газа. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
2. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Течения газа с частицами. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008, эл. рес.
3. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Течения газа с частицами. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008, 9 экз.
4. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Двухфазные течения. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
5. О. К. Овчинникова, И. В. Тетерина, А. В. Суров. . Течение газа с частицами. Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2024, 27 экз.
6. О. К. Овчинникова, И. В. Тетерина, А. В. Суров. . Течение газа с частицами. Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2024, эл. рес.
7. С. В. Валландер. . Лекции по гидроаэромеханике. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2005, 50 экз.
8. Ю. М. Циркунов. . Лекции по механике жидкости и газа. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов, А. С. Козелков. . Лагранжевы модели турбулентных течений газа с частицами. СПб.: Лань, 2022, 1 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Библиотечно-издательский центр БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова; — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;;
3. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
2. Matlab 2015a SP1;
3. Microsoft Office.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
3. Matlab 2015a SP1;
4. Microsoft Office.

6.3. Прочее:

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

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ТЕЧЕНИЕ ГАЗА С ЧАСТИЦАМИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.04.05 *Двигатели летательных аппаратов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-2.02 способность проводить работы по вычислительному моделированию теплообмена изделий авиационной и ракетно-космической техники, анализировать и обобщать результаты;

ПСК-2.04 способность проводить работы, анализировать и обобщать результаты по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами описания и технологиями расчета течений газа с частицами. Рассматриваются принципы математического описания движения индивидуальных частиц в газовых потоках и создания пользовательских программных средств для численной реализации методов моделирования.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Сопротивление и теплообмен индивидуальной частицы.		
Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой, выполнение индивидуального задания.	К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Течения газа с частицами: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (1) А. А. Гусев. . Механика жидкости и газа: Москва: Юрайт, 2020 (1) К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Течения газа с частицами: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (1) Ю. М. Циркунов. . Лекции по механике жидкости и газа: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1) С. В. Валландер. . Лекции по гидроаэромеханике: СПб.: Изд-во СПбГУ, 2005 (1) О. К. Овчинникова, И. В. Тетерина, А. В. Суров. . Течение газа с частицами: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2024 (все)	26
Итого по разделу 1		26
Раздел 2. Моделирование движения индивидуальных частиц в газовых потоках.		
Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой, выполнение индивидуального задания.	К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Течения газа с частицами: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (2-5) К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Двухфазные течения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1-5) О. К. Овчинникова, И. В. Тетерина, А. В. Суров. . Течение газа с частицами: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2024 (все) О. К. Овчинникова, И. В. Тетерина, А. В. Суров. . Течение газа с частицами: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2024 (все) С. В. Валландер. . Лекции по гидроаэромеханике: СПб.: Изд-во СПбГУ, 2005 (1)	26
Итого по разделу 2		26
Раздел 3. Математические модели двухфазных течений.		
Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой, выполнение индивидуального задания.	К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Течения газа с частицами: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (2) К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Течения газа с частицами: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (2) О. К. Овчинникова, И. В. Тетерина, А. В. Суров. . Течение газа с частицами: Санкт-Петербург: Изд-	24

	во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2024 (все) К. Н. Волков, В. Н. Емельянов, А. С. Козелков. . Лагранжевы модели турбулентных течений газа с частицами: СПб.: Лань, 2022 (1)	
Итого по разделу 3		24

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- индивидуальное практическое задание;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Индивидуальное практическое задание

Задания входят в состав УМК дисциплины.

Задания формируются в соответствии с наименованием раздела дисциплины и индивидуальным номером студента в списке группы.

Выполненное задание оформляется как отчет по проделанной работе и защищается в устной форме либо в форме тестирования.

Отчет оценивается по десятибалльной шкале на соответствие следующим критериям:

- Текстовая часть отчета выполнена на стандартных листах белого цвета формата А4, цвет шрифта черный.
 - При оформлении использован шрифт Times New Roman или Arial, кегль 12-14 пт; полуторный межстрочный интервал и обычный межзнаковый интервал.
 - При оформлении использован абзацный отступ 1,25 см; абзацный интервал 0; выравнивание по ширине страницы.
 - Отчет содержит все необходимые элементы: титульный лист, цель и задачи работы, теоретические сведения, допущения, полученные результаты, выводы.
 - При наборе формул использован встроенный редактор Microsoft Office Word (Microsoft Equation 3,0) или редактор MathType. Формулы выравнены по центру.
 - После каждой формулы ставится запятая, а первая строка с расшифровкой начинается со слова «где» без двоеточия и без абзацного отступа.
 - Рисунки представлены в формате: «Рисунок 1 – Наименование», выравнены по центру, без абзацного отступа. Их количество является достаточным для пояснения полученных результатов и обоснования выводов.
 - Представленное решение задачи соответствует индивидуальному заданию.
 - Полученные результаты представлены в виде графиков или таблиц значений и позволяют проанализировать влияние на результат решения задачи применения различных численных методов решения и (или) их настроек.
 - Выводы о проделанной работе обоснованы и опираются на представленные результаты.
- Оценка выставляется в соответствии с полученными баллами: 5-6 баллов "удовлетворительно", 7-8 баллов "хорошо", 9-10 баллов "отлично".

Дифференцированный зачет

Дифференцированный зачет проводится в форме устных ответов на вопросы, перечень которых представлен в УМК дисциплины. Знания, умения и навыки студентов определяются следующим образом:

- оценки "зачтено-отлично" заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "отлично" выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала.
- оценки "зачтено-хорошо" заслуживает студент обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка "хорошо" выставляется студентам, показавшим

систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

- оценки "зачтено-удовлетворительно" заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "удовлетворительно" выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
- оценка "не зачтено" выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "не зачтено" ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-2.02	ПСК-2.04	
6	11	Раздел 1. Сопротивление и теплообмен индивидуальной частицы.	52	26	16	10	26	30	30	Индивидуальное практическое задание
6	11	Раздел 2. Моделирование движения индивидуальных частиц в газовых потоках.	48	22	10	12	26	30	30	Индивидуальное практическое задание
6	11	Раздел 3. Математические модели двухфазных течений.	44	20	8	12	24	40	40	Индивидуальное практическое задание
Всего за 11 семестр			144	68	34	34	76	100	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	100	

Критерии оценивания

ПСК-2.02

Вопросы открытого типа:

- № 1 Дайте краткое описание континуальных Эйлеровых подходов к описанию дисперсной фазы
- № 2 Дайте краткое описание траекторных Лагранжевых подходов к описанию движения дисперсной фазы
- № 3 Дайте краткое описание кинетических статистических подходов к описанию дисперсной фазы
- № 4 Опишите основное различие между подходами Эйлера и Лагранжа к описанию движения сплошной среды.
- № 5 Опишите основные положения молекулярно-кинетической теории газов.
- № 6 Поясните понятие фракций при описании дисперсной фазы в рамках Лагранжева подхода
- № 7 Опишите итерационный алгоритм для решения задачи о течении газа с частицами
- № 8 Поясните принцип выделения фракций в Лагранжевом подходе.
- № 9 Перечислите допущения, принимаемые при расчете течений Куэтта.
- № 10 Перечислите виды многокомпонентных потоков в зависимости от состава фаз.

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Согласно ..., тепловой поток через единицу поверхности (поверхностная плотность теплового потока) равен произведению коэффициента теплопроводности среды на градиент температуры $q = -\lambda \text{ grad } T$.
 - гипотезе Фурье
 - закону Ньютона - Рихмана
 - закону Нуссельта
 - второму закону термодинамики
- № 2 Выражение $\Pi = \left(-p + \xi \left(\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy} + \varepsilon_{zz} \right) \right) \mathbf{I} + 2 + E$ описывает ...
 - закон трения Ньютона
 - закон напряжений Коши
 - закон сопротивления Стокса
 - закон изменения количества движения Навье – Стокса
 - закон подобия Рейнольдса
- № 3 Согласно ..., плотность конвективного теплового потока через поверхность S между телом, имеющим температуру T_w , и жидкостью с температурой T_∞ и коэффициентом теплоотдачи α вычисляется как $q = \alpha (T_w - T_\infty) S$.
 - гипотезе Фурье
 - закону Ньютона - Рихмана
 - закону Нуссельта
 - второму закону термодинамики
- № 4 Закон подобия Рейнольдса гласит, что ...
 - коэффициенты сил и моментов, действующих на тело в несжимаемой жидкости, зависят только от числа Рейнольдса
 - коэффициенты сил и моментов, действующих на обтекаемое потоком тело, зависят только от числа Рейнольдса

- число Рейнольдса является основным критерием подобия вязких сил и сил инерции
 - число Рейнольдса представляет собой комбинацию определяющих течение параметров (скорости, вязкости и плотности)
- № 5 При исследовании течений сжимаемой жидкости, а также течений со свободной поверхностью, законы подобия включают в себя числа ...
- Маха
 - Рейнольдса
 - Фруда
 - Нуссельта
 - Кнудсена
 - Прандтля
 - Архимеда
- № 6 Парадокс Эйлера - ДАламбера заключается в том, что ...
- при равномерном движении тела в неограниченной массе идеальной жидкости сила лобового сопротивления равна нулю.
 - на сферу, обтекаемую идеальной жидкостью, не действуют силы со стороны потока.
 - при потенциальном обтекании тела вязкой жидкостью подъемная сила равна нулю.
 - при равномерном движении тела в неограниченной массе вязкой жидкости сила лобового сопротивления равна нулю.
- № 7 Парадокс Стокса заключается в том, что ...
- задача о плоском обтекании цилиндра произвольной формы неограниченным потоком вязкой несжимаемой жидкости не имеет решения.
 - при равномерном движении сферы в неограниченной массе идеальной жидкости сила лобового сопротивления равна нулю.
 - при потенциальном обтекании тела вязкой жидкостью подъемная сила равна нулю.
- № 8 Гидростатическая подъемная сила, обусловленная действием на частицу поля силы тяжести или аналогичного неоднородного поля сил инерции, называется сила ...
- Архимеда
 - Сэфмана
 - Магнуса
 - Стокса
 - Бассэ
- № 9 Сила вязкого последствия, обусловленная дополнительным сопротивлением движению частицы со стороны потока из-за изменения относительной скорости частицы, называется сила ...
- Архимеда
 - Сэфмана
 - Магнуса
 - Стокса

- Бассэ
- присоединенной массы
- № 10 Сила Магнуса возникает при ...
- вращении частицы в неподвижном или движущемся линейно потоке
- поступательном движении частиц в закрученных и вращающихся потоках
- ненулевом значении вихря скорости в несущем потоке
- движении частиц в направлении, перпендикулярном направлению несущего потока

ПСК-2.04

Вопросы открытого типа:

- № 1 Как связаны динамическая и кинематическая вязкость?
- № 2 В чём состоит парадокс Эйлера – ДАламбера?
- № 3 Сформулируйте закон Стокса для расчета сопротивления сферы в потоке вязкой жидкости.
- № 4 Число Нуссельта характеризует отношение интенсивностей теплообмена, происходящего за счёт ...
- № 5 Число Кнудсена характеризует разреженность газового потока и равно отношению
- № 6 Отношение каких процессов переноса тепла характеризует число Пекле ?
- № 7 Отношение каких сил характеризует число Рейнольдса?
- № 8 Отношение каких сил характеризует число Фруда?
- № 9 Перечислите режимы обтекания сферы в зависимости от диапазона чисел Рейнольдса:
- [0...210],
- [210...270],
- [270...700],
- [700 2500]
- № 10 Перечислите режимы течения газа с частицами в зависимости от диапазона чисел Кнудсена:
- [0...0,01],
- [0,01...0,25],
- [0,25...10],
- [10...∞]

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Сила Магнуса, возникающая при вращении частиц в газовых потоках, направлена ...
- перпендикулярно вектору скорости несущего потока
- по касательной к поверхности вращающейся частицы
- коллинеарно вектору скорости несущего потока
- в направлении градиента давления газового потока
- № 2 Сила, обусловленная возрастанием инерционности частиц, движущихся в вязких потоках и вовлекающих в движение окружающие их слои жидкости, называется сила ...
- Архимеда
- Сэфмана

- Магнуса
 - Стокса
 - Бассэ
- № 3 Подъёмная сила, обусловленная линейной неоднородностью потока на масштабе частицы, или наличием сдвига скорости в несущем потоке, называется сила ...
- Архимеда
 - Сэфмана
 - Магнуса
 - Стокса
 - Бассэ
- № 4 В какой системе координат главный вектор поверхностных сил \vec{R} представляется в виде суммы векторов сил лобового сопротивления \vec{X} и подъёмной силы \vec{Y} ?
- скоростной
 - земной
 - декартовой
- № 5 Эффект, состоящий в появлении градиента концентрации компонентов, обусловленного градиентом температуры, и самопроизвольном перемещении вещества из более горячих областей в холодные, называют ...
- термофорез
 - термодиффузия
 - эффект Людвига – Сорэ
 - эффект Дюфура
 - эффект Бассэ
- № 6 Эффект, состоящий в возникновении разности температур в многофазной системе вследствие разности концентраций компонент смеси, называют ...
- термофорез
 - термодиффузия
 - эффект Людвига – Сорэ
 - эффект Дюфура
 - эффект Бассэ
- № 7 Сдвиговое ламинарное течение вязкой жидкости между двумя параллельными, в общем случае, непрямолинейными стенками, одна из которых движется относительно другой, называется течение ...
- Куэтта

- Стокса
 - Магнуса
 - Сэфмана
- № 8 Уравнения Навье - Стокса упрощаются и переходят в уравнения Стокса для ползущего течения при выполнении следующих допущений:
- течение вязкое
 - течение несжимаемое
 - инерционными слагаемыми можно пренебречь
 - течение стационарное
- № 9 Уравнения Навье - Стокса упрощаются и переходят в уравнения Эйлера при выполнении следующих допущений:
- течение не вязкое
 - используется модель термически совершенного газа
 - течение несжимаемое
 - инерционными слагаемыми можно пренебречь
 - течение стационарное
 - течение одномерное
- № 10 Уравнения Озеена отличаются от уравнений Стокса тем, что ...
- истинное инерционное слагаемое $\rho(\vec{v} \cdot \nabla)\vec{v}$ в уравнениях Навье - Стокса аппроксимируется по параметрам невозмущенного потока $\rho(\vec{V}_\infty \cdot \nabla)\vec{v}$
 - применяется разложение вектора скорости и давления в ряды по целым положительным степеням числа Рейнольдса
 - инерционными слагаемыми в уравнениях Навье - Стокса можно пренебречь
 - рассматривается обтекание тела неограниченным потоком вязкой несжимаемой жидкости