

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 17.06.2025 12:32:01 Уникальный программный ключ: 04c19ed88bf98f3b6cb77a486b9a8788b8322323	Рабочая программа дисциплины "Газодинамика" по направлению подготовки (специальности) 24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика направленности (профилю) Баллистика и гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Газодинамика

Направление подготовки (специальность)

24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Направленность (профиль)

Баллистика и гидроаэродинамика

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2025

*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2025 г.



Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
 - 6.1. Перечень видов оценочных средств
 - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
 - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
 - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
 - 7.1. Рекомендуемая литература
 - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
 - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Газодинамика» состоит в изучении основ динамики разреженных газов, физики ионизованного газа и магнитной гидродинамики, современных методов и подходов в исследовании протекающих там процессов, теоретических основ и базовых представлений научного исследования в области газовой динамики.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ПК-1.1. Обладает знаниями об основных методах проведения научно-исследовательских разработок в области баллистики и гидроаэродинамики; о способах планирования и организации исследований.

ПК-1.2. Демонстрирует умения: проводить поиск, изучение и обобщение научного опыта в соответствующей области исследований; определять цели и задачи планируемых исследований и разработок; проводить исследование, составлять его описание, формулировать выводы по полученным результатам.

ПК-1.3. Имеет практический опыт (навыки) в области баллистики и гидроаэродинамики: проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью; составления отчетов по теме и по результатам проведенных научно-исследовательских разработок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: ФТД.01

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Теоретическая механика

Математический анализ

Векторный и тензорный анализ

Дифференциальные уравнения

Молекулярная физика

Механика

Электричество и магнетизм

Оптика

Физпрактикум по механике

Физпрактикум по молекулярной физике

Физпрактикум по электричеству и магнетизму

Физпрактикум по оптике

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная практика (преддипломная практика)

Математическое моделирование в баллистике летательных аппаратов

Термодинамика

Прикладная гидроаэродинамика летательных аппаратов

Пакеты прикладных программ аэрогазодинамики

Основы экспериментальной баллистики летательных аппаратов

Динамика полета и управления летательных аппаратов

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-1: Способен применять специализированные знания, полученные в области баллистики и гидроаэродинамики, при проведении научно-исследовательских разработок

Знать:

Для достижения ПК-1.1: основы динамики разреженных газов, физики ионизованного газа и магнитной гидродинамики, современные методы и подходы в исследовании протекающих там процессов, теоретические основы и базовые представления научного исследования в области газовой динамики.



Уметь:

Для достижения ПК-1.2: решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения; объяснять причинно-следственные связи физических процессов, уметь использовать полученные теоретические знания при решении практических задач

Владеть:

Для достижения ПК-1.3: основными современными методами расчета объекта научного исследования по спектроскопии и при определении реакционной способности молекул

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основы динамики разреженных газов, физики ионизованного газа и магнитной гидродинамики, современные методы и подходы в исследовании протекающих там процессов, теоретические основы и базовые представления научного исследования в области газовой динамики
3.2	Уметь:
3.2.1	решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения; объяснять причинно-следственные связи физических процессов, уметь использовать полученные теоретические знания при решении практических задач
3.3	Владеть:
3.3.1	основными современными методами расчета объекта научного исследования по спектроскопии и при определении реакционной способности молекул

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 72 в том числе : аудиторные занятия : 52 самостоятельная работа : 14,7 : контактная работа: 57,3 ИКР: 5,3	Виды контроля в семестрах: зачеты 5

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Уравнения механики сплошной среды			
1.1	Предмет изучения. Общая система уравнений механики сплошной среды. Замыкающие уравнения. Обобщение исходной системы на случай учета переноса излучения и электромагнитного поля. Основные понятия термодинамики: первый, второй и третий законы термодинамики; уравнение состояния; основные термодинамические функции /Лек/	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 2. Ударные волны			
2.1	Ударные волны, предельные случаи сильной и слабой ударной волны. Изменение энтропии в ударной волне. Оценка толщины ударного перехода. Постановка задачи о структуре ударной волны. Элементарная теория ударной трубы /Лек/	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 3. Волны горения и детонационные волны в газе			



3.1	Распространение фронта горения в газе. Ударные волны в реагирующем газе, детонация. Точка Чепмена – Жуге, оценка скорости детонационной волны. /Лек/	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 4. Теория переноса в газах				
4.1	Потенциалы взаимодействия. Столкновение частиц. Сечение рассеяния. Эффективное сечение столкновений. Элементарная теория столкновений: средняя частота столкновений, средняя длина свободного пробега, длина свободного пробега для смеси частиц различного сорта. Элементарная кинетическая теория переноса: теплопроводность, вязкое трение, диффузия. Диффузия в смеси двух газов. Амбиполярная диффузия в плазме. Теплопроводность ионизованного газа при наличии диффузионных потоков массы. Статистические методы в теории переноса. Уравнение Больцмана, - приближение, коэффициенты взаимности Онзагера /Лек/	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 5. Равновесный состав химически реагирующего газа и плазмы				
5.1	Обобщение основных термодинамических тождеств на случай системы с переменным числом частиц. Условие равновесия, закон действующих масс. Универсальное уравнение равновесия для систем со слабым взаимодействием. Диссоциация двухатомных молекул. Ионизация атомов. Уравнение Саха. Снижение потенциала ионизации. Равновесный состав газа при наличии химических реакций. Основные термодинамические соотношения для однократно ионизованного газа /Лек/	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 6. Кинетика физико-химических и ионизационных процессов, релаксация				
6.1	Общие термины и понятия. Химические реакции и методы расчета констант скоростей реакций: теория столкновений, метод активированного комплекса. Релаксационные процессы в газах. Вращательная релаксация. Колебательная релаксация. Уравнение кинетики диссоциации двухатомных молекул и время релаксации. Скорости рекомбинации атомов и диссоциации двухатомных молекул. Скорости реакции при химических превращениях. Кинетика ионизационных процессов: ионизация и рекомбинация, электронное возбуждение (общее представление). Ионизация возбужденных атомов электронным ударом. Ионизация атомов ударами тяжелых частиц. Фофоионизация и фоторекомбинация. Возбуждение атомов из основного состояния электронным ударом, дезактивация. Ионизация невозбужденных атомов электронным ударом. /Лек/	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 7. Основы теории переноса излучения				
7.1	Методы описания излучения. Равновесное излучение и абсолютно черное тело. Уравнения радиационной газодинамики, приближение лучистого теплообмена. Уравнение переноса излучения. Процессы испускания, поглощения и рассеяния света в газах. Закон Кирхгофа. Интегрирование уравнения переноса излучения. Квазистационарность поля излучения. Модель плоского слоя. Эффективная и яркостная температура поверхности. Предельные приближения: приближение Планка; приближение Росселанда; разбиение спектра по оптической плотности, степени черноты плоского слоя и полусферического объема; приближение «серой материи»; многогрупповое приближение. /Лек/	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 8. Радиационные процессы				



8.1	Радиационные процессы: свободно-свободные, связанно-свободные и связанно-связанные электронные переходы. Лучеиспускающая способность и коэффициент поглощения в непрерывном и дискретном спектрах излучения. Полосатые спектры молекул. Правила отбора для электронных переходов. Структура молекулярных спектров. Расчет спектрального коэффициента поглощения. Прикладные вопросы переноса излучения. /Лек/	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 9. Лабораторные работы				
9.1	Измерение скорости дозвукового газового потока с помощью пневмометрического насадка Измерение скорости дозвукового газового потока с помощью проволочного термоанемометра Исследование структуры течений жидкости и газа с помощью теневых методов Измерение скорости движения частиц с помощью лазерного интерферометрического метода Фотографическая регистрация быстропротекающих процессов Определение параметров газа в ударной трубе с пониженным давлением в рабочей части Определение скорости распространения ударной волны и тарировка датчиков давления в ударной трубе Определение газодинамических параметров в падающей и отраженной ударных волнах Определение зависимости коэффициента сопротивления сферы от числа Рейнольдса /Лаб/	5	34	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
9.2	Измерение скорости дозвукового газового потока с помощью пневмометрического насадка Измерение скорости дозвукового газового потока с помощью проволочного термоанемометра Исследование структуры течений жидкости и газа с помощью теневых методов Измерение скорости движения частиц с помощью лазерного интерферометрического метода Фотографическая регистрация быстропротекающих процессов Определение параметров газа в ударной трубе с пониженным давлением в рабочей части Определение скорости распространения ударной волны и тарировка датчиков давления в ударной трубе Определение газодинамических параметров в падающей и отраженной ударных волнах Определение зависимости коэффициента сопротивления сферы от числа Рейнольдса /Ср/	5	14,7	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 10. Иная контактная работа				
10.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	5	5,3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Отчеты по лабораторным работам
Вопросы к зачету

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

По результатам лабораторных работ предоставляется письменный отчет. При оформлении отчёта используется сквозная нумерация страниц, считая титульный лист первой страницей. Номер страницы на титульном листе не



ставится.

При оформлении отчёта в печатном виде желательно соблюдать следующие требования. Для заголовков: полужирный шрифт, 14 пт, центрированный. Для основного текста: нежирный шрифт, 14 пт, выравнивание по ширине. Во всех случаях тип шрифта – Times New Roman, отступ абзаца 1.25 см, полуторный междустрочный интервал. Поля: левое – 3 см, остальные – 2 см.

Отчёт формируется в следующем порядке:

1. Титульный лист.

На титульном листе приводятся следующие сведения:

- полное наименование учебного заведения;
- наименование факультета (института);
- наименование дисциплины, по которой выполняется лабораторная работа;
- наименование темы лабораторной работы;
- фамилию и инициалы студента-исполнителя работы, номер группы;
- должность, ученую степень, ученое звание, фамилию и инициалы преподавателя, проверяющего работу;
- место и дату составления отчета.

2. Протокол к лабораторной работе с подписью преподавателя.

Протокол к лабораторной работе является лабораторным журналом, содержащим необходимые для выполнения лабораторной работы исходные данные, зафиксированные в процессе выполнения лабораторной работы наблюдения и результаты измерений. Без подписанного преподавателем протокола отчет к защите не принимается.

3. Цель работы.

Цель работы показывает, для чего выполняется работа, например, для получения или закрепления каких навыков, изучения каких явлений, законов и т.п.

4. Краткое содержание работы.

Краткое содержание работы включает теоретическое описание тематики лабораторной работы, описание моделей, методов и алгоритмов, необходимых для обработки полученных данных, описание лабораторного, оборудования, используемого в работе.

5. Обработка результатов.

Обработка результатов включает описание хода выполнения работы, перечень полученных результатов, сопровождающихся необходимыми комментариями, расчетами и промежуточными выводами, блок-схемы, чертежи, графики, диаграммы и т. д.

6. Выводы по результатам выполнения работы.

Выводы по работе делаются на основании обобщения полученных результатов. В выводах также отмечаются все недоработки, по какой-либо причине имеющие место, предложения и рекомендации по дальнейшему исследованию поставленной в работе проблемы и т. п.

7. Приложения.

В приложения выносятся библиографический список, содержащий ссылки на книги, периодические издания, интернет ресурсы, использованные при выполнении работы и оформлении отчёта. В приложение выносятся также справочная и прочая информация, не включённая в основные разделы отчёта.

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

1. Система уравнений механики сплошной среды. Учет излучения.
2. Релаксационные процессы в газах: вращательная релаксация.
3. Ударные волны в газовой динамике.
4. Релаксационные процессы в газах: колебательная релаксация.
5. Изменение энтропии в ударной волне. Оценка толщины ударного перехода.
6. Кинетика ионизационных процессов: ионизация невозбужденных атомов электронным ударом.
7. Элементарная теория ударной трубы.
8. Кинетика ионизационных процессов: ионизация невозбужденных атомов ударом тяжелых частиц.
9. Распространение фронта горения в газе, способном к химической реакции.
10. Кинетика ионизационных процессов: фотоионизация и фоторекомбинация.
11. Ударные волны в реагирующем газе. Детонация.
12. Основные понятия теории переноса излучения. Равновесное излучение и абсолютно черное тело. Учет излучения в уравнениях РГД.
13. Частота столкновений и средняя длина свободного пробега.
14. Замыкающее уравнение системы уравнений РГД (вывод).
15. Элементарная кинетическая теория переноса. Коэффициенты диффузии, вязкого трения, проводимости.
16. Излучение плоского слоя.
17. Столкновение частиц. Сечение рассеяния. Эффективное сечение столкновений.
18. Предельные приближения в теории переноса излучения: однородные модели, приближение Планка.
19. Потенциалы взаимодействия. Оценка эффективных сечений столкновений.



20. Предельные приближения в теории переноса излучения: диффузионное приближение, приближение Росселанда.
21. Уточнение моделей переноса: диффузия в смеси двух газов.
22. Предельные приближения в теории переноса излучения: разбиение спектра по оптической плотности. Степени черноты.
23. Уточнение моделей переноса: теплопроводность.
24. Приближение «серой материи». Многогрупповое приближение для расчета переноса излучения.
25. Расчет транспортных коэффициентов на основе уравнения Больцмана в «тау-приближении». Коэффициенты взаимности Онзагера.
26. Лучеиспускающая способность и коэффициент поглощения тормозного излучения.
27. Термодинамика и равновесный состав химически реагирующего газа.
28. Фоторекомбинация и фотоионизация.
29. Диссоциация двухатомных молекул. Равновесный состав газа при наличии химических реакций.
30. Спектральный коэффициент поглощения плазмы в непрерывном спектре.
31. Расчет состава низкотемпературной плазмы. Снижение потенциала ионизации.
32. Интегральный коэффициент поглощения в непрерывном спектре.
33. Химические реакции и методы расчета скорости реакции: теория столкновений.
34. Связанно-связанные переходы, спектральный коэффициент поглощения в линии.
35. Химические реакции и методы расчета скорости реакции: теория переходного состояния.
36. Полосатые спектры молекул.

6.4. Критерии оценивания

Текущий контроль теоретических знаний и практических навыков производится на лабораторных занятиях. Студент допускается к сдаче зачета в конце семестра при успешном выполнении лабораторных работ. Зачет ставится на основании устного ответа по билету с вопросами. Оценка «Зачтено» ставится, если студент знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос. Может правильно применить теоретические положения. Оценка «Не зачтено» ставится, если студент не освоил основной материал.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
ЛП.1	Жуков Н. П., Майникова Н. Ф.	Гидрогазодинамика: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444914)	Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2015	ЭБС
ЛП.2	Шабаров А. Б.	Гидрогазодинамика: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573877)	Тюмень : Тюменский государственный университет, 2013	ЭБС
ЛП.3	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Питаевский Л.П.	Теоретическая физика. Том 6. Гидродинамика: учебное пособие (https://znanium.com/catalog/document?id=369178)	Москва : Издательская фирма "Физико- математическая литература" (ФИ ЗМАТЛИТ), 2015	ЭБС
ЛП.4	Килина М.С., Дымочкин Д.Д.	Гидрогазодинамика: учебное пособие (https://znanium.com/catalog/document?id=380100)	Москва : ООО "Научно- издательский центр ИНФРА- М", 2021	ЭБС



	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.5	Есиков М.А.	Гидрогазодинамика. Простые и ударные волны в идеальном газе: учебное пособие (https://znanium.com/catalog/document?id=397627)	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2020	ЭБС
Л1.6	Кудинов А. А.	Гидрогазодинамика: учебное пособие (https://znanium.com/catalog/document?id=416000)	Москва : ООО "Научно- издательский центр ИНФРА- М", 2023	ЭБС
Л1.7	Попков В.И.	Гидрогазодинамика: основные понятия, формулы и уравнения: учебное пособие (https://znanium.com/catalog/document?id=417198)	Вологда : Инфра- Инженерия, 2022	ЭБС
Л1.8		Гидрогазодинамика: учебно-методическое пособие для подготовки бакалавров всех технических направлений ИТТСУ: учебно-методическое пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=702965)	Москва : Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ)), 2018	ЭБС
Л1.9	Кузнецов В. А.	Гидрогазодинамика: учебное пособие для вузов (https://urait.ru/bcode/542712)	Москва : Юрайт, 2024	ЭБС
Л1.10	Попков В.И.	Гидрогазодинамика: сборник задач с решениями: учебное пособие (https://znanium.ru/catalog/document?id=452712)	Вологда : Инфра- Инженерия, 2024	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Ханефт А. В.	Основы механики сплошных сред в примерах и задачах: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232318)	Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2011	ЭБС
Л2.2	Румер Ю. Б., Рывкин М. Ш.	Термодинамика, статистическая физика и кинетика: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482845)	Москва : Наука, 1977	ЭБС
Л2.3	Ханефт А. В.	Механика сплошных сред: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495208)	Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2018	ЭБС
Л2.4	Ансельм А. И.	Основы статистической физики и термодинамики (https://e.lanbook.com/book/210215)	Санкт- Петербург : Лань, 2022	ЭБС

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: http://e.lanbook.com/
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблшинг. – URL: http://biblioclub.ru/
Э3	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL: https://biblionline.ru
Э4	Znanium.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М. – URL: http://znanium.com/
Э5	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – URL: http://elibrary.ru/defaultx.asp



7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

LMS Moodle

Adobe Connect Acrobat

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – URL: <http://library.csu.ru/ru/> - Челябинск, 1992.
2. APS JOURNALS. Physical Review Letters, Physical Review X, Physical Review, and Reviews of Modern Physics : журналы American Physical Society : сайт. – URL: <http://journals.aps.org/about> – Яз. англ. – Режим доступа: только из сети университета. – Текст : электронный.
3. Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
4. Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
5. Springer Link : [сайт]. – URL: <http://link.springer.com/> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (мультимедийные презентации).

Лабораторные занятия проходят в учебной лаборатории общей и прикладной физики кафедры общей и теоретической физики (аудитория 210 лабораторного корпуса) и используется оборудование данной лаборатории: лазер ЛГН-503, генератор сигналов высокочастотный Г4-158, генератор сигналов низкочастотный Г3-117, осциллографы, голографическая установка и др.

Используются аудитория №205 - читальный зал №3 (учебный корпус №1) и аудитория №206 - электронный читальный зал (специализированный медицентр) (учебный корпус №1) для самостоятельной работы студента, оснащенные персональными компьютерами, мультимедийной аппаратурой. В аудиториях обеспечен доступ к различной справочной литературе, энциклопедиям, библиографическим и полнотекстовым базам данных, информационным ресурсам «Интернет».

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение содержания учебной дисциплины «Газодинамика» осуществляется на лекциях и лабораторных занятиях. Лекционные занятия обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. Основными методами обучения являются информационно-объяснительный и проблемный. На лекциях излагается основное содержание тем программы, проводится анализ основных понятий и рассматриваются примеры.

Лекционный материал является важным, но не единственным для усвоения учебной дисциплины. Его обязательно необходимо дополнить материалом основной и дополнительной литературы по теме.

На лабораторных занятиях обучаемые овладевают основными методами и приемами решения задач. Для проведения текущего и промежуточного контроля проводятся защиты отчетов по каждой теме лабораторных занятий. Система контрольных мероприятий должна обеспечивать объективную оценку знаний и навыков студентов, способствовать повышению эффективности всех видов учебных занятий, включая и самостоятельную работу.

Важным моментом при изучении любой дисциплины является организация самостоятельной работы. При освоении материала не следует стремиться к механическому запоминанию приведенных определений, формулировок и положений, если требования к Вам прямо не указывают на это. Вполне эффективной может оказаться попытка понять суть явления, выработать свое отношение к нему, опираясь на материал, содержащийся в рекомендованной литературе. Также рекомендуется равномерно распределять нагрузку самостоятельного обучения в течение семестра.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.).



При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

