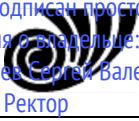


<p>Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 21.05.2026 00:11:42 Уникальный программный ключ: 891934b8c2cf7b6350abc51cdd3096e877f1f3</p>	 <p>МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)</p>	<p>Рабочая программа дисциплины "Аэрогазодинамика и теплозащита ракет" по направлению подготовки (специальности) 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" направленности (профилю) Методы математического моделирования в ракетно-космической технике ФГБОУ ВО «ЧелГУ»</p>	<p>стр. 1</p>
---	---	--	---------------

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

Аэрогазодинамика и теплозащита ракет

Направление подготовки (специальность)

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

Методы математического моделирования в ракетно-космической технике

Присваиваемая квалификация (степень)

магистр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

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

Миасс 2026 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

Целью дисциплины «Аэрогазодинамика и теплозащита ракет» является изучение и применение методов расчета аэродинамических характеристик, теплообмена и тепловой защиты гиперзвуковых летательных аппаратов.

Задачи дисциплины:

- изучение теоретических основ расчета аэродинамических характеристик, теплообмена и тепловой защиты гиперзвуковых летательных аппаратов;

- овладение практическими методами и навыками расчета аэродинамических характеристик, теплообмена и тепловой защиты гиперзвуковых летательных аппаратов;

- овладение практическими методами и навыками расчета теплообмена в случаях ламинарного и турбулентного пограничных слоев, расчета теплообмена в лобовой критической точке и в дозвуковой зоне.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение следующих индикаторов:

ПК-2.1. Знает методы математического моделирования тепловых процессов, основы теории теплопередачи.

ПК-2.2. Демонстрирует умение производить необходимые расчеты и обоснования, принятые при разработке технических решений по определению теплового режима.

ПК-2.3. Имеет практический опыт применения специального программного обеспечения при проведении тепловых расчетов.

ПК-3.1. Знает основы теории движения космических аппаратов, математические методы разработки алгоритмов и моделирования полетов космических аппаратов.

ПК-3.2. Демонстрирует умение разрабатывать модели динамики движения, аэродинамики, баллистики и управления полетом космических аппаратов.

ПК-3.3. Имеет навыки разработки алгоритмов решения задач аэрогазодинамики, гидродинамики, баллистики и управления полетом космических аппаратов.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.ДВ.01.01

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Изучение дисциплины «Аэрогазодинамика и теплозащита ракет» базируется на знаниях на уровне бакалавриата по направлению "Прикладная математика и информатика" следующих дисциплин: математический анализ, алгебра, геометрия, физика, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики.

Научный семинар

Математическое моделирование механики деформируемых тел, конструкций и сооружений

Математическое моделирование в гидродинамике

Математическое моделирование в аэрогазодинамике

Аэрогазодинамический эксперимент

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

Математические методы проектирования ракет

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Производственная практика (преддипломная практика)

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

#### ПК-2: Способен к расчету тепловых режимов изделий РКТ

**Знать:**

Для достижения ПК-2.1:

знать основные способы тепловой защиты, типы теплозащитных материалов изделий РКТ;

**Уметь:**

Для достижения ПК-2.2:

уметь применять методы расчета толщин теплозащитного покрытия и форм ЛА при уносе теплозащитных



Рабочая программа дисциплины "Аэрогазодинамика и теплозащита ракет" по направлению подготовки (специальности) 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" направленности (профилю) Методы математического моделирования в ракетно-космической технике ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 4

материалов;

**Владеть:**

Для достижения ПК-2.3:  
владеть навыками расчета теплообмена случаях ламинарного и турбулентного пограничных слоев, расчета теплообмена в лобовой критической точке и в дозвуковой зоне.

**ПК-3: Способен к разработке алгоритмов решения задач динамики, баллистики и управления полетом космических аппаратов**

**Знать:**

Для достижения ПК-3.1:  
знать теоретические основы расчета аэродинамических характеристик и тепловой защиты гиперзвуковых летательных аппаратов;

**Уметь:**

Для достижения ПК-3.2:  
уметь применять на практике методы расчета аэродинамических характеристик, теплообмена и тепловой защиты гиперзвуковых летательных аппаратов;

**Владеть:**

Для достижения ПК-3.3:  
владеть навыками расчета аэродинамических характеристик, теплообмена и тепловой защиты гиперзвуковых летательных аппаратов;

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	- основные способы тепловой защиты, типы теплозащитных материалов изделий РКТ;
3.1.2	- теоретические основы расчета аэродинамических характеристик и тепловой защиты гиперзвуковых летательных аппаратов;
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	- применять на практике методы расчета аэродинамических характеристик, теплообмена и тепловой защиты гиперзвуковых летательных аппаратов;
3.2.2	- применять методы расчета толщин теплозащитного покрытия и форм ЛА при уносе теплозащитных материалов.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	- навыками расчета аэродинамических характеристик, теплообмена и тепловой защиты гиперзвуковых летательных аппаратов;
3.3.2	- навыками расчета теплообмена случаях ламинарного и турбулентного пограничных слоев, расчета теплообмена в лобовой критической точке и в дозвуковой зоне.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Общая трудоемкость		3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	: 108	Виды контроля в семестрах: зачеты 2
в том числе	:	
аудиторные занятия	: 34	
самостоятельная работа	: 73,8	
:	:	
контактная работа:	34,2	
ИКР:	0,2	

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Аэродинамика			



1.1	Физическая картина обтекания осесимметричных летательных аппаратов (ЛА) сверхзвуковым потоком газа. Основные области течения в окрестности ЛА: дозвукового, сверхзвукового, Прандтля-Майера, донная область, спутный след. Пограничный слой. Ламинарный, турбулентный и переходный режимы течения в пограничном слое. Распределение давлений по поверхности ЛА. Напряжение трения. Теорема подобия. Аэродинамическое подобие. Поточная и связанная системы координат. /Пр/	2	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
1.2	Коэффициенты аэродинамических сил и моментов. Аэродинамическое качество. Центр давления. Фокус. Степень влияния изменения формы на аэродинамические силы и моменты. /Пр/	2	6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
1.3	Физическая картина обтекания осесимметричных летательных аппаратов (ЛА) сверхзвуковым потоком газа. Основные области течения в окрестности ЛА: дозвукового, сверхзвукового, Прандтля-Майера, донная область, спутный след. Пограничный слой. Ламинарный, турбулентный и переходный режимы течения в пограничном слое. Распределение давлений по поверхности ЛА. Напряжение трения. Теорема подобия. Аэродинамическое подобие. Поточная и связанная системы координат. Коэффициенты аэродинамических сил и моментов. Аэродинамическое качество. Центр давления. Фокус. Степень влияния изменения формы на аэродинамические силы и моменты. /Ср/	2	24	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
<b>Раздел 2. Теплообмен</b>				
2.1	Система уравнений пограничного слоя. Подобие между трением и теплообменом, аналогия Рейнольдса. Расчет теплообмена при продольном обтекании пластины (цилиндра) в случаях ламинарного и турбулентного пограничных слоев. Расчет теплообмена в лобовой критической точке и в дозвуковой зоне. Донный теплообмен. Интегральные толщины пограничного слоя. /Пр/	2	6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
2.2	Метод эффективной длины для расчета теплообмена при безотрывном обтекании осесимметричных тел произвольной формы с произвольным распределением температуры поверхности. Метод осесимметричной аналогии. /Пр/	2	6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
2.3	Система уравнений пограничного слоя. Подобие между трением и теплообменом, аналогия Рейнольдса. Расчет теплообмена при продольном обтекании пластины (цилиндра) в случаях ламинарного и турбулентного пограничных слоев. Расчет теплообмена в лобовой критической точке и в дозвуковой зоне. Донный теплообмен. Интегральные толщины пограничного слоя. Метод эффективной длины для расчета теплообмена при безотрывном обтекании осесимметричных тел произвольной формы с произвольным распределением температуры поверхности. Метод осесимметричной аналогии. /Ср/	2	24	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
<b>Раздел 3. Тепловая защита</b>				
3.1	Основные способы тепловой защиты. Типы теплозащитных материалов. Понятие безразмерного параметра уноса и эффективной энтальпии уноса теплозащитных материалов (ТЗМ) при аэродинамическом нагреве. Методы расчета толщин ТЗП и форм ЛА при уносе ТЗМ. Влияние структурных неоднородностей композиционных ТЗМ на разбросы величин их уноса и аэродинамических характеристик ЛА. /Пр/	2	6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
3.2	Влияние структурных неоднородностей композиционных ТЗМ на разбросы величин их уноса и аэродинамических характеристик ЛА. /Пр/	2	6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2



3.3	Основные способы тепловой защиты. Типы теплозащитных материалов. Понятие безразмерного параметра уноса и эффективной энтальпии уноса теплозащитных материалов (ТЗМ) при аэродинамическом нагреве. Методы расчета толщин ТЗП и форм ЛА при уносе ТЗМ. Влияние структурных неоднородностей композиционных ТЗМ на разбросы величин их уноса и аэродинамических характеристик ЛА. /Ср/	2	25,8	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
3.4	Индивидуальные консультации, ИКР /ИКР/	2	0,2	

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Контрольные работы.  
Вопросы к зачёту.

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Пример контрольной работы

1. Выведите дифференциальное уравнение теплопроводности из законов сохранения энергии к анализу процесса теплопроводности в неподвижной изотропной среде
2. Поставьте граничные условия первого рода для полуограниченного тела.
3. Поставьте граничные условия второго рода для полуограниченного тела.
4. Поставьте граничные условия третьего рода для полуограниченного тела.
5. Поставьте граничные условия четвёртого рода для контактирующих тел тела.
6. Сформулируйте первую краевую задачу для уравнения теплопроводности.
7. Сформулируйте вторую краевую задачу для уравнения теплопроводности.
8. Сформулируйте третью краевую задачу для уравнения теплопроводности.
9. Сформулируйте задачу Коши для уравнения теплопроводности.

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Перечень вопросов к зачёту:

1. Физическая картина обтекания осесимметричных ЛА сверхзвуковым потоком газа. Основные области течения.
2. Пограничный слой. Ламинарный, турбулентный и переходный режимы течения в пограничном слое.
3. Понятие подобия физических процессов, критериальное соотношение для безразмерного коэффициента теплоотдачи.
4. Поточная и связанная системы координат. Углы атаки и скольжения. Связь между системами координат.
5. Аэродинамические силы, действующие на ЛА в полете. Вывод коэффициентов аэродинамических сил.
6. Аэродинамические моменты, действующие на ЛА в полете. Вывод коэффициентов аэродинамических моментов.
7. Аэродинамическое качество. Зависимость аэродинамических сил и моментов от изменения угла атаки.
8. Понятие центра давления.
9. Аэродинамический фокус.
10. Запас устойчивости ЛА.
11. Степень влияния изменения формы на аэродинамические силы и моменты ЛА.
12. Степень влияния разбросов условий движения ЛА на аэродинамические силы и моменты.
13. Физический смысл толщины потери энергии.
14. Вывод формулы для расчета теплообмена при продольном обтекании пластины (цилиндра) в случае ламинарного пограничного слоя.
15. Понятие скорости трения. Формула Прандтля для турбулентного трения. Безразмерные профили скорости в турбулентном пограничном слое.
16. Формула для расчета теплообмена при продольном обтекании пластины (цилиндра) в случае турбулентного пограничного слоя.
17. Расчет теплообмена в переходной зоне.
18. Расчет теплообмена в окрестности лобовой критической точки.
19. Метод эффективной длины для расчета теплообмена на поверхности ЛА при безотрывном обтекании. Донный теплообмен.
20. Формулы для расчета параметров потока вне пограничного слоя. Учет искривленности головного скачка уплотнения, метод среднemasовых величин.
21. Физический смысл температуры и энтальпии восстановления, учет их отличия от значений торможения при



расчетах теплообмена.

22. Метод осесимметричной аналогии для расчета теплообмена при трехмерном обтекании ЛА.
23. Основные виды тепловых воздействий на элементы и системы ЛА.
24. Основные способы тепловой защиты.
25. Понятие безразмерного параметра уноса и эффективной энтальпии уноса теплозащитных материалов.
26. Зависимость теплофизических свойств композиционных материалов от соотношения составляющих

компонент и пористости.

27. Дифференциальное уравнение уноса, особенности его решения.
28. Методы расчета форм ЛА при уносе ТЗМ.
29. Приближенный метод для оценок скоростного напора на траекториях баллистического спуска ЛА.
30. Влияние шероховатости поверхности на переход режима течения в пограничном слое от ламинарного к турбулентному и на теплообмен.
31. Влияние структурных неоднородностей композиционных ТЗМ на разбросы прогрева и вдува продуктов разложения ТЗМ.
32. Влияние вдува продуктов разложения ТЗМ на трение. Эффект запаздывания вдува при движении ЛА под углами атаки.

#### 6.4. Критерии оценивания

Критерии оценивания контрольной работы:

"Отлично"

- 1) студент легко ориентируется в содержании учебного материала, свободно пользуется понятийным аппаратом;
- 2) обладает умением связывать теорию с практикой;
- 3) знает и правильно применяет формулы;
- 4) решение задачи записано понятно, аккуратно, последовательно;
- 5) записан правильный ответ

"Хорошо"

- 1) студент демонстрирует полное освоение теоретического материала, владеет понятийным аппаратом, осознанно применяет знания для решения практических задач;
- 2) знает и применяет формулы, но допускает небольшие неточности;
- 3) решение задачи записано, но не приведены формулы, с помощью которых были проведены расчеты;
- 4) записан правильный ответ

"Удовлетворительно"

- 1) студент демонстрирует неполное освоение теоретического материала, плохо владеет понятийным аппаратом, плохо ориентируется в изученном материале;
- 2) знает отдельные формулы, но допускает значительные неточности в их применении;
- 3) решение задачи записано неверно, не приведены формулы, с помощью которых были проведены расчеты;
- 4) записан правильный ответ

"Неудовлетворительно"

- 1) студент имеет разрозненные, бессистемные знания;
- 2) не может применять знания для решения практических задач;
- 3) решение задачи записано неверно либо отсутствует;
- 4) записан неправильный ответ либо не записан ответ

Зачёт

Письменный и письменно-устный ответ студента по вопросам дисциплины оценивается положительно с выставлением оценки «зачтено» в следующих случаях:

- студент глубоко и полно владеет содержанием учебного материала; умеет связывать теорию с практикой, решает соответствующие задачи, теоретические выводы подтверждает примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения. Делает выводы логично, четко. Ясно и кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос; показана совокупность осознанных знаний об объекте изучения, доказательно раскрыты основные положения (свободно оперирует понятиями, терминами, персоналиями и др.); в ответе прослеживается четкая структура, выстроенная в логической последовательности; ответ изложен литературным грамотным языком и носит самостоятельный характер. – ответ студента соответствует указанным выше критериям, но содержание ответа имеет отдельные неточности (несущественные ошибки) в изложении теоретического и практического материала, отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой; были допущены неточности в определении понятий, персоналий, терминов, дат и др, допущенные ошибки исправляются студентом после дополнительных вопросов преподавателя.



– студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности и существенные ошибки в определении понятий, формулировке положений, не привлекает для аргументации ответа основные положения концептуальных и нормативных документов, не умеет обосновать свои суждения; наблюдается нарушение логики изложения; в ответе не присутствуют доказательные выводы; сформированность умений показана слабо. Ответ отличается низким уровнем самостоятельности, не содержит собственной профессионально-личностной позиции.

Оценка «незачтено» за письменный и письменно-устный ответ магистранта по вопросам дисциплины выставляется в случаях, когда:

– студент имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажает их смысл; не ориентируется в нормативно-концептуальных, программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретические положения с практикой; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи.

При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете.

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

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	Пахомов А. Н., Гатапова Н. Ц., Пахомова Ю. В.	Основы решения задач теплообмена: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=444965">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=444965</a> )	Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2015	ЭБС
Л1.2	Костин Г. Ф.	Способы решения задач теплопроводности на основе общефизических принципов: учебное пособие ( <a href="https://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=texts/007727/kostingf">https://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=texts/007727/kostingf</a> )	Миасс : [Геотур], 2018	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Белов С. В., Гордиенко А. В., Проскурин В. Д.	Аэродинамика и динамика полета: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=364811">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=364811</a> )	Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2014	ЭБС
Л2.2	Тирский Г. А., Сахаров В. И., Ковалев В. Л., Власов В. И., Горшков А. Б.	Гиперзвуковая аэродинамика и тепломассообмен современных космических аппаратов и планетных зондов: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457433">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457433</a> )	Москва : Физматлит, 2011	ЭБС

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки : журнал / ред. кол.: М.А. Алехина и др. ; гл. ред. В.Д. Кривчик. – Пенза : Пензенский государственный университет, 2017. – № 2 (42). – 136 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=473294">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=473294</a> . – ISSN 2072-3040. – Текст : электронный. <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=473294">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=473294</a>
Э2	Теплофизика и аэромеханика / гл. ред. С.В. Алексеенко ; учред. Сибирское отделение Российской академии наук, Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича. – Новосибирск : СО РАН, 2020. – Том 27, № 5. – 172 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=600434">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=600434</a> . – ISSN 0869-8635. – Текст : электронный. <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=journal_red&amp;jid=570993">https://biblioclub.ru/index.php?page=journal_red&amp;jid=570993</a>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

LibreOffice



SMath Studio Desktop

### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992.
2. Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <http://e.lanbook.com/>.
3. Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. – URL: <http://biblioclub.ru/>.
4. Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL: <https://urait.ru>.
5. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека [научной периодики на русском языке]. — Москва, [1999-]. - Доступ к полным текстам после регистрации из сети ЧелГУ. – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: 456313, Челябинская обл., г. Миасс, ул. Керченская, д. 1, аудитория № 305.
2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для проведения групповых консультаций, индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации: 456313, Челябинская обл., г. Миасс, ул. Керченская, д. 1, аудитория № 305.  
Основное оборудование: учебные столы, совмещенные со скамейками на 38 посадочных мест, стол преподавателя, стул преподавателя, доска 3 створчатая ученическая обычная настенная, стационарное мультимедийное интерактивное оборудование:  
аудио колонки Sven, проектор Epson, экран настенный, компьютер ColorSit, монитор Asus.  
Программное обеспечение: Операционная система Windows xp Акт приема-передачи от 26.03.2008. Пакет офисных программ Adobe Reader свободное программное обеспечение; OpenOffice свободное программное обеспечение; MPC-NC свободное программное обеспечение; Google Chrome свободное программное обеспечение  
Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security 11 на основе лицензионного договора № кб-1692 от 11.09.2019.
3. Помещение для самостоятельной работы: 456313, Челябинская обл., г. Миасс, ул. Керченская, д. 1, Читальный зал, аудитория 312.  
Основное оборудование: Количество посадочных мест - 42, 1 персональный компьютер с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД, Wi-Fi, библиотечный фонд.  
Программное обеспечение: Операционная система Windows 10 Акт приема-передачи 528/о от 15.09.2014; Операционная система Windows 10 Акт приема-передачи 437/к от 19.09.2012; Пакет офисных программ Adobe Reader свободное программное обеспечение; OpenOffice свободное программное обеспечение; MPC-NC свободное программное обеспечение; Google Chrome свободное программное обеспечение. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security 11 на основе лицензионного договора № кб-1692 от 11.09.2019.

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

Приступая к изучению дисциплины «Аэрогазодинамика и теплозащита ракет» студент должен ясно представлять, что результат обучения зависит не только от работы преподавателей на лабораторных и практических занятиях, но и о того, насколько добросовестно он сам подойдет к этому процессу.

Необходимо сразу точно понять критерии оценки всех видов учебной работы в течение учебного семестра, критерии получения экзаменационной оценки.

Все формы учебной работы имеют равное значение, поэтому посещение лабораторных и практических занятий, выполнение всех видов самостоятельной работы и активное участие в учебной деятельности позволят добиться высоких результатов.

Студенту необходимо использовать рекомендованную основную и дополнительную литературу, при этом достаточно взять один – два базовых учебника из списка основной литературы, и по мере необходимости – дополнительную учебную литературу и периодические издания.

На лабораторных и практических занятиях студент может не только закрепить знание и понимание учебного материала, но и развить профессиональные навыки составления презентаций и отчетов. Поэтому результат обучения в существенной степени определяется качеством самостоятельной подготовки, умением находить интересный материал. Все контрольные работы и письменные задания являются обязательными для выполнения.



Особое внимание следует уделять самостоятельной работе, в ходе которой можно как закрепить знания материал, так и расширить профессиональный кругозор. Кроме того, можно определить круг научных интересов, выбрав тему будущей дипломной или научно-исследовательской работы при подготовке к лабораторным и практическим занятиям и в ходе выполнения письменных самостоятельных работ. Это позволит накопить достаточно количество теоретического и практического материала для ее выполнения.

Результаты работы студентов подводятся в ходе их промежуточной и итоговой аттестации. Промежуточная аттестация обычно проводится два раза в семестр. Она отражает посещение студентами лекций и работу на лабораторных и практических занятиях. В случае если студент не прошел аттестацию, он не будет допущен к зачету.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету является важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

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 в TeamOffice365) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, электронная почта, социальные сети, мессенджеры).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей, Office365. Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

## **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.

**01.04.02 Прикладная математика и информатика, Методы математического моделирования в ракетно-космической технике, Аэрогазодинамика и теплозащита ракет, 2026, очная**

**Рабочая программа дисциплины (модуля) одобрена и рекомендована:**

Проректор по учебной работе      утверждено 27.02.26      А.А. Саламатов

Ученым советом Миасского филиала ФГБОУ ВО "ЧелГУ"

Протокол заседания № 8 от 24.02.2026

Председатель Ученого совета  
Миасского филиала ФГБОУ ВО  
"ЧелГУ"

согласовано

Т.В. Малькова

**Заседанием кафедры прикладной математики**

Протокол заседания № 6 от 30.01.2026

Заведующий кафедрой

согласовано

Е.В. Дутикова

Автор (составитель)

Г.Ф. Костин

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1**