

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 07.09.2026 15:01:38 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b87377527	МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Рабочая программа дисциплины "Основы экспериментальной баллистики летательных аппаратов" по направлению подготовки (специальности) 24.03.03 "Баллистика и гидроаэродинамика" направленности (профиль) Баллистика и гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»		стр. 1

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Основы экспериментальной баллистики летательных аппаратов

Направление подготовки (специальность)

24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Направленность (профиль)

Баллистика и гидроаэродинамика

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

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

Челябинск 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

Цель дисциплины «Основы экспериментальной баллистики летательных аппаратов» состоит в получении знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области изучения теории движения и динамики полета космических аппаратов, формирование представлений о возмущенном и невозмущенном движении, традиционных и современных методах управления.

Изучение дисциплины «Механика космического полета» предусматривает приобретение практических навыков при решении проектных задач и формирование типа проектного мышления, направленного на решение конкретных инженерных задач, возникающих при исследовании движения космических аппаратов, дать представление о комплексном проектном подходе к проблеме математического моделирования и оптимизации движения космических аппаратов с использованием современных компьютерных средств, проблемы управления полетом.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-5.1. Знать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники.

ОПК-5.2. Уметь применять методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники.

ОПК-5.3. Имеет практический опыт применения подходов и методов решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники.

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: Б1.О.34

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Теоретическая механика

Дифференциальные уравнения

Математический анализ

Механика

Механика сплошных сред

Инженерная графика

Физпрактикум по механике

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

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Математическое моделирование в баллистике летательных аппаратов

Производственная практика (преддипломная практика)

Системы наведения летательных аппаратов

Системы искусственного интеллекта и машинное обучение

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 индикатора ПК-1.1: основные направления, тенденции, проблемы и достижения экспериментальной



баллистики ЛА

Уметь:

Для достижения индикатора ПК-1.2: использовать на практике теоретические основы организации и планирования исследований для конкретных задач в области экспериментальной баллистики

Владеть:

Для достижения индикатора ПК-1.3: навыками применения специализированных знаний, полученных в области экспериментальной баллистики

ОПК-5: Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники

Знать:

Для достижения ОПК-5.1: основные понятия в области экспериментальной баллистики

Уметь:

Для достижения ОПК-5.2: решать задачи профессиональной деятельности с использованием существующих методов моделирования, анализа данных, представления информации в области экспериментальной баллистики

Владеть:

Для достижения ОПК-5.3: навыками использования математических методов обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований в области экспериментальной баллистики

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные понятия в области экспериментальной баллистики; основные направления, тенденции, проблемы и достижения экспериментальной баллистики ЛА
3.2	Уметь:
3.2.1	решать задачи профессиональной деятельности с использованием существующих методов моделирования, анализа данных, представления информации в области экспериментальной баллистики; использовать на практике теоретические основы организации и планирования исследований для конкретных задач в области экспериментальной баллистики
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками применения специализированных знаний, полученных в области экспериментальной баллистики; навыками использования математических методов обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований в области экспериментальной баллистики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 72 в том числе : аудиторные занятия : 36 самостоятельная работа : 35,8 контактная работа: 36,2 ИКР: 0,2	Виды контроля в семестрах: зачеты 7

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕТНО-БАЛЛИСТИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА			



1.1	Измерительные средства. Виды измерений. Измерительные системы координат. Оптические измерительные средства. Радиотехнические измерительные средства. Способы определения положения ЛА Ошибки измерений. /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.2	Измерительные средства. Виды измерений. Измерительные системы координат. Оптические измерительные средства. Радиотехнические измерительные средства. Способы определения положения ЛА Ошибки измерений. /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.3	Измерительные средства. Виды измерений. Измерительные системы координат. Оптические измерительные средства. Радиотехнические измерительные средства. Способы определения положения ЛА Ошибки измерений. /Ср/	7	2,3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ЦЕНТРА МАСС ЛА БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДВИЖЕНИЯ			
2.1	Определение положения ЛА по измеренным угловым координатам. Линия визирования и сфера Определение положения ЛА по измеренным дальностям. Решение задачи на линейной основе. Решение задачи на линеаризованной основе. Метод преобразования координат Определение скоростных параметров ЛА Определение элементов орбиты КА /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.2	Определение положения ЛА по измеренным угловым координатам. Линия визирования и сфера Определение положения ЛА по измеренным дальностям. Решение задачи на линейной основе. Решение задачи на линеаризованной основе. Метод преобразования координат Определение скоростных параметров ЛА Определение элементов орбиты КА /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.3	Определение положения ЛА по измеренным угловым координатам. Линия визирования и сфера Определение положения ЛА по измеренным дальностям. Решение задачи на линейной основе. Решение задачи на линеаризованной основе. Метод преобразования координат Определение скоростных параметров ЛА Определение элементов орбиты КА /Ср/	7	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ЦЕНТРА МАСС ЛА НА ОСНОВЕ СГЛАЖИВАНИЯ ИЗМЕРЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ			
3.1	Графический метод. Метод наименьших квадратов (МНК). Аппроксимация на основе метода наименьших квадратов с постоянным шагом измерения /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.2	Графический метод. Метод наименьших квадратов (МНК). Аппроксимация на основе метода наименьших квадратов с постоянным шагом измерения /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.3	Графический метод. Метод наименьших квадратов (МНК). Аппроксимация на основе метода наименьших квадратов с постоянным шагом измерения /Ср/	7	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ЦЕНТРА МАСС ЛА НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ			



4.1	Применение метода наименьших квадратов для оценки вектора начальных условий интегрирования уравнений движения центра масс ЛА Определение начальных условий интегрирования уравнений движения КА в центральном гравитационном поле Метод максимального правдоподобия Безытерационный алгоритм определения орбитального движения. Декомпозиция задачи оценивания параметров эллиптической траектории. Измерительная информация, используемая для оценивания параметров эллиптической траектории. Оценивание параметров ориентации плоскости траектории. Оценивание элементов орбиты, характеризующих ее ориентацию, форму и размеры орбиты в ее плоскости Оценивание времени прохождения КА перигея. Оценивание начальных условий движения КА. Метод последовательных приближений для решения уравнения Кеплера /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.2	Применение метода наименьших квадратов для оценки вектора начальных условий интегрирования уравнений движения центра масс ЛА Определение начальных условий интегрирования уравнений движения КА в центральном гравитационном поле Метод максимального правдоподобия Безытерационный алгоритм определения орбитального движения. Декомпозиция задачи оценивания параметров эллиптической траектории. Измерительная информация, используемая для оценивания параметров эллиптической траектории. Оценивание параметров ориентации плоскости траектории. Оценивание элементов орбиты, характеризующих ее ориентацию, форму и размеры орбиты в ее плоскости Оценивание времени прохождения КА перигея. Оценивание начальных условий движения КА. Метод последовательных приближений для решения уравнения Кеплера /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.3	Применение метода наименьших квадратов для оценки вектора начальных условий интегрирования уравнений движения центра масс ЛА Определение начальных условий интегрирования уравнений движения КА в центральном гравитационном поле Метод максимального правдоподобия Безытерационный алгоритм определения орбитального движения. Декомпозиция задачи оценивания параметров эллиптической траектории. Измерительная информация, используемая для оценивания параметров эллиптической траектории. Оценивание параметров ориентации плоскости траектории. Оценивание элементов орбиты, характеризующих ее ориентацию, форму и размеры орбиты в ее плоскости Оценивание времени прохождения КА перигея. Оценивание начальных условий движения КА. Метод последовательных приближений для решения уравнения Кеплера /Ср/	7	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ЛА НА АТМОСФЕРНОМ УЧАСТКЕ ПОЛЕТА			
5.1	Задачи и методы прогнозирования движения КА. Прогнозирование движения ИСЗ методами численного интегрирования. Аналитические методы прогнозирования движения. Прогнозирование движения межпланетных КА /Лек/	7	2	Л1.2 Л1.3Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.2	Задачи и методы прогнозирования движения КА. Прогнозирование движения ИСЗ методами численного интегрирования. Аналитические методы прогнозирования движения. Прогнозирование движения межпланетных КА /Пр/	7	2	Л1.2 Л1.3Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



5.3	Задачи и методы прогнозирования движения КА. Прогнозирование движения ИСЗ методами численного интегрирования. Аналитические методы прогнозирования движения. Прогнозирование движения межпланетных КА /Ср/	7	2	Л1.2 Л1.3Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 6. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ КА			
6.1	Параметры вращательного движения. Определение параметров движения с использованием бесплатформенной инерциальной навигационной системы /Лек/	7	2	Л1.2 Л1.3Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.2	Параметры вращательного движения. Определение параметров движения с использованием бесплатформенной инерциальной навигационной системы /Пр/	7	2	Л1.2 Л1.3Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.3	Параметры вращательного движения. Определение параметров движения с использованием бесплатформенной инерциальной навигационной системы /Ср/	7	4	Л1.2 Л1.3Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ЛА			
7.1	Постановка задачи. Обзор методов фильтрации Определение параметров движения СЛА с использованием фильтра Калмана Определение параметров движения СЛА с использованием метода минимаксной фильтрации /Лек/	7	2	Л1.2 Л1.3Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
7.2	Постановка задачи. Обзор методов фильтрации Определение параметров движения СЛА с использованием фильтра Калмана Определение параметров движения СЛА с использованием метода минимаксной фильтрации /Пр/	7	2	Л1.2 Л1.3Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
7.3	Постановка задачи. Обзор методов фильтрации Определение параметров движения СЛА с использованием фильтра Калмана Определение параметров движения СЛА с использованием метода минимаксной фильтрации /Ср/	7	4	Л1.2 Л1.3Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ЛА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ			
8.1	Задача планирования летного баллистического эксперимента (ЛБЭ). Критерии оптимальности плана эксперимента. Наблюдаемость. Выбор моделей движения и измерения. Понятие адекватности. Оптимальное расположение дальномеров. Постановка задачи. Алгоритм оценивания начальных условий баллистического полета. Корреляционная матрица оценок начальных условий. Критерий D-оптимальности расположения дальномеров /Лек/	7	2	Л1.2 Л1.3Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
8.2	Задача планирования летного баллистического эксперимента (ЛБЭ). Критерии оптимальности плана эксперимента. Наблюдаемость. Выбор моделей движения и измерения. Понятие адекватности. Оптимальное расположение дальномеров. Постановка задачи. Алгоритм оценивания начальных условий баллистического полета. Корреляционная матрица оценок начальных условий. Критерий D-оптимальности расположения дальномеров /Пр/	7	2	Л1.2 Л1.3Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



8.3	Задача планирования летного баллистического эксперимента (ЛБЭ). Критерии оптимальности плана эксперимента. Наблюдаемость. Выбор моделей движения и измерения. Понятие адекватности. Оптимальное расположение дальномеров. Постановка задачи. Алгоритм оценивания начальных условий баллистического полета. Корреляционная матрица оценок начальных условий. Критерий D-оптимальности расположения дальномеров /Ср/	7	4	Л1.2 Л1.3Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 9. ЭЛЕМЕНТЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЛЕТНОГО БАЛЛИСТИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА				
9.1	Баллистические трассы. Определение скорости на баллистической трассе. Экспериментальное определение коэффициента лобового сопротивления среды баллистическими методами Экспериментальное определение коэффициента подъемной силы баллистическими методами. Определение коэффициента продольного момента по углу атаки. Определение вращательных производных /Лек/	7	2	Л1.2 Л1.3Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
9.2	Баллистические трассы. Определение скорости на баллистической трассе. Экспериментальное определение коэффициента лобового сопротивления среды баллистическими методами Экспериментальное определение коэффициента подъемной силы баллистическими методами. Определение коэффициента продольного момента по углу атаки. Определение вращательных производных /Пр/	7	2	Л1.2 Л1.3Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
9.3	Баллистические трассы. Определение скорости на баллистической трассе. Экспериментальное определение коэффициента лобового сопротивления среды баллистическими методами Экспериментальное определение коэффициента подъемной силы баллистическими методами. Определение коэффициента продольного момента по углу атаки. Определение вращательных производных /Ср/	7	7,5	Л1.2 Л1.3Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 10. Иная контактная работа				
10.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	7	0,2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Отчеты по задачам (по практическим занятиям)

Вопросы к зачету

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Задачи к практическим занятиям представлены в Фонде оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине "Основы экспериментальной баллистики летательных аппаратов".

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

1. Измерительные средства. Виды измерений. Измерительные системы координат. Оптические измерительные средства.
2. Радиотехнические измерительные средства. Способы определения положения ЛА Ошибки измерений.
3. Определение положения ЛА по измеренным угловым координатам. Линия визирования и сфера
4. Определение положения ЛА по измеренным дальностям. Решение задачи на линейной основе. Решение задачи на линеаризованной основе. Метод преобразования координат
5. Определение скоростных параметров ЛА
6. Определение элементов орбиты КА
7. Графический метод. Метод наименьших квадратов (МНК). Аппроксимация на основе метода наименьших квадратов с постоянным шагом измерения



8. Применение метода наименьших квадратов для оценки вектора начальных условий интегрирования уравнений движения центра масс ЛА
9. Определение начальных условий интегрирования уравнений движения КА в центральном гравитационном поле
10. Метод максимального правдоподобия
11. Безытерационный алгоритм определения орбитального движения. Декомпозиция задачи оценивания параметров эллиптической траектории. Измерительная информация, используемая для оценивания параметров эллиптической траектории.
12. Оценивание параметров ориентации плоскости траектории. Оценивание элементов орбиты, характеризующих ее ориентацию, форму и размеры орбиты в ее плоскости
13. Оценивание времени прохождения КА перигея. Оценивание начальных условий движения КА. Метод последовательных приближений для решения уравнения Кеплера
14. Задачи и методы прогнозирования движения КА. Прогнозирование движения ИСЗ методами численного интегрирования. Аналитические методы прогнозирования движения.
15. Прогнозирование движения межпланетных КА
16. Параметры вращательного движения. Определение параметров движения с использованием бесплатформенной инерциальной навигационной системы
17. Обзор методов фильтрации
18. Определение параметров движения СЛА с использованием фильтра Калмана
19. Определение параметров движения СЛА с использованием метода минимаксной фильтрации
20. Задача планирования летного баллистического эксперимента (ЛБЭ). Критерии оптимальности плана эксперимента. Наблюдаемость. Выбор моделей движения и измерения. Понятие адекватности.
21. Оптимальное расположение дальномеров. Постановка задачи. Алгоритм оценивания начальных условий баллистического полета. Корреляционная матрица оценок начальных условий. 22. Критерий D-оптимальности расположения дальномеров
23. Баллистические трассы. Определение скорости на баллистической трассе. Экспериментальное определение коэффициента лобового сопротивления среды баллистическими методами
24. Экспериментальное определение коэффициента подъемной силы баллистическими методами. Определение коэффициента продольного момента по углу атаки. Определение вращательных производных

6.4. Критерии оценивания

Текущий контроль теоретических знаний и практических навыков производится на практических занятиях. Студент допускается к сдаче зачета в конце семестра при успешном выполнении практических заданий. 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	Сихарулидзе Ю. Г.	Баллистика и наведение летательных аппаратов (https://e.lanbook.com/book/400181)	Москва : Лаборатория знаний, 2024	ЭБС
ЛП.2	Балаганский И. А.	Основы баллистики и аэродинамики: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575170)	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017	ЭБС



	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.3	Селиванов В.В., Козлов В.В., Севрюков И.Т., Золотых В.Г., Демченко А.А., Зонтова Т.В., Голубцов Д.Л., Васильев А.В.	Основы баллистики и аэродинамики. Внутренняя и внешняя баллистика: учебное пособие (https://znanium.ru/catalog/document?id=468944)	Москва : ООО "Научно- издательский центр ИНФРА- М", 2026	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Эльясберг П. Е.	Введение в теорию полета искусственных спутников Земли: научная литература (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222555)	Москва : Наука, 1965	ЭБС
Л2.2	Балк М. Б.	Элементы динамики космического полета	Москва: Наука, 1965	
Л2.3	Брандин В. Н., Васильев А. А., Куницкий А. А.	Экспериментальная баллистика космических аппаратов	Москва : Машиностроени е, 1984	
Л2.4	Белецкий В. В.	Очерки о движении космических тел	Москва : ЛКИ, 2009	
Л2.5	Толпегин О. А.	Методы управления движением беспилотных летательных аппаратов на основе теории дифференциальных игр	Санкт- Петербург : Наука, 2021	

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 Паблишинг. – URL: http://biblioclub.ru/
Э3	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL: https://biblio-online.ru
Э4	Znaniy.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
PascalABC
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.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения - мультимедийным оборудованием (экран, ноутбук, проектор, колонки).

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

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 «Основы экспериментальной баллистики летательных аппаратов» осуществляется на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной учебной деятельности студентов. 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.

Практические занятия служат для закрепления теоретических основ, излагаемых в лекциях. На практических занятиях обучаемые овладевают основными методами и приемами решения задач. Для проведения текущего и промежуточного контроля проводятся защиты задач по каждой теме практических занятий. Защита задач по теме подразумевает решение задач из предложенного списка задач и умение объяснить ход их решения. 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.

24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика, направленность (профиль) «Баллистика и гидроаэродинамика», РПД по дисциплине «Основы экспериментальной баллистики летательных аппаратов», 2026 год набора, очная форма обучения

Рабочая программа дисциплины (модуля) одобрена и рекомендована:

Проректор по учебной работе

утверждено 27.02.26

А.А. Саламатов

Ученым советом физического факультета

Протокол заседания № 04 от 05.02.2026

Председатель Ученого совета

физического факультета

СОГЛАСОВАНО

М.А. Загребин

Заседанием кафедры общей и теоретической физики

Протокол заседания № 06 от 05.02.2026

Заведующий кафедрой

СОГЛАСОВАНО

А.Е. Майер

Автор (составитель)

А.Е. Майер

Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 274-1