

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Декан

Ю.Н. Рыжих

« 06 » 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

**Динамика движения тел в жидкостях и газах**

по направлению подготовки

**24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика**

Направленность (профиль) подготовки :

**Баллистика и гидроаэродинамика**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.31

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Г.Р. Шрагер

Руководитель ОПОП

В.И. Биматов

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2022

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетеоретические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

ПК-3 Математическое описание объектов исследования – разработка алгоритмов.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1 Знать теорию и основные законы в области естественнонаучных и общетеоретических дисциплин

ИОПК-1.2 Уметь применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

ИОПК-1.3 Уметь применять методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

ИОПК-2.1 Знать современные информационные технологии для решения типовых задач по проектированию, конструированию и производству объектов профессиональной деятельности

ИОПК-2.2 Уметь применять современные информационные технологии для решения типовых задач по проектированию, конструированию и производству объектов профессиональной деятельности

ИОПК-2.3 Иметь навыки использования информационных технологий для решения типовых задач по проектированию, конструированию и производству объектов профессиональной деятельности

ИПК-3.2 Умеет применять фундаментальные научные знания в качестве основы инженерной деятельности

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Овладение студентами фундаментальными основами знаний теории и практики исследований в области внешней баллистики, методами расчета движения твердого недеформируемого тела при до и сверхзвуковых скоростях, методами расчета сил и моментов, действующих на летательный аппарат во время полета, анализу устойчивости движения, методами решения обратных задач динамики.

– Подготовка их к решению комплекса задач, связанных с построением математических моделей и определением характеристик летательных аппаратов, проведением расчетных работ, анализа состояния исследуемого вопроса и определения направления исследований.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Шестой семестр, экзамен

Седьмой семестр, зачет

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Физика, Математический анализ, Теоретическая механика, Информатика, Теория вероятностей и математическая статистика.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 часов, из которых:

-лекции: 64 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

**Тема 1.** Введение. Задачи внешней баллистики. Исторический обзор мирового развития внешней баллистики. Роль Российских исследователей в становлении и развитии внешней баллистики.

**Тема 2.** Системы отсчета координат и времени. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Геоцентрическая система координат. Стартовая топоцентрическая система координат. Связанная, скоростная, траекторная системы координат. Преобразование систем координат.

**Тема 3.** Основные теоремы сохранения в динамике системы материальных точек постоянного состава. Теорема об изменении количества движения системы материальных точек. Теорема об изменении момента количества движения системы. Теорема о движении центра масс системы. Динамика точки переменной массы. Реактивная сила. Первая формула Циолковского.

**Тема 4.** Динамика системы переменного состава. Кинематические соотношения. Динамические соотношения для системы переменного состава. Система переменного состава с твердой оболочкой. Принцип затвердевания. Принцип затвердевания для летательного аппарата с реактивным двигателем. Тяга реактивного летательного аппарата. Уравнения движения центра масс и вращательного движения летательного аппарата в проекциях на оси произвольных подвижных систем отсчета.

**Тема 5.** Силы, действующие на летательный аппарат во время движения. Сила Земного притяжения. Сила тяжести. Потенциал силы тяжести. Нормальный сфероид Клеро. Поля силы тяжести, используемые в задачах внешней баллистики. Центральное поле. Нецентральное поле. Аномальное поле.

**Тема 6.** Сведения об атмосфере Земли. Параметры состояния воздуха. Строение атмосферы по температурному признаку. Стандартные атмосферы. Нормальная артиллерийская атмосфера. Ветер.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения домашних заданий по лекционному материалу, проведения самостоятельных работ в форме реферата, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в шестом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух вопросов. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Зачет в седьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух вопросов. Продолжительность зачета 1 час.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=24708>.

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (<https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>).

в) План практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Степанов В. П. Внешняя баллистика. Ч. 1,2 / В. П. Степанов; Том. гос. ун-т. – Томск: Издательство Том. ун-та, 2011. – 737 с. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000408012>

2. Биматов В.И., Савкина Н.В., Тимченко С.В., Фарапонов В.В. Основы экспериментальной внешней баллистики: учеб. пособие / – Томск: STT, 2017. – 122с.

3. Башкин В. А. Численное исследование задач внешней и внутренней аэродинамики/В. А. Башкин, И. В. Егоров. – М.: Физматлит, 2013. – 331 с.

4. Ю. М. Липницкий, А. В. Красильников, А. Н. Покровский, В. Н. Шманенков. Нестационарная аэродинамика баллистического полета– М.: Физматлит: Наука/Интерпериодика, 2003. – 174 с.

5. Григорьев Н.Г. Основы аэродинамики и динамики полета: учебник. – М.: Машиностроение, 1995. – 400 с.

6. Райзер Ю. П. Введение в гидрогазодинамику и теорию ударных волн для физиков: [учебное пособие] / Ю. П. Райзер. – Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 431 с.

б) дополнительная литература:

1. Краснов Н.Ф. Аэродинамика. Т.1,2. -М.: Высшая школа, 1980. -495с.

2. Абгарян К.А., Рапопорт И.М. Динамика ракет. – М.: Машиностроение 1969.

3. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т.1,2. – М.: Наука, 1970.

4. Современные проблемы математической физики и вычислительной математики: сб. статей / отв. ред. А. Н. Тихонов. – М.: Наука, 1982. – 534с.

5. Дмитриевский А.А. Внешняя баллистика. – М.: Машиностроение, 1982.

6. Биматов В.И., Мерзляков В.Д., Степанов В.П. Внешняя баллистика. – Томск, Изд-во Том. ун-та, 1993.

в) ресурсы сети Интернет:

– Общероссийская Сеть Консультант Плюс Справочная правовая система.

<http://www.consultant.ru>

### 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

### 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий практического типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

### 15. Информация о разработчиках

Биматов Владимир Исмагилович, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры динамики полета физико-технического факультета НИ ТГУ.

Дьячковский Алексей Сергеевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры динамики полета физико-технического факультета НИ ТГУ.