

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Ю.Н. Рыжих

Рабочая программа дисциплины

**Обратная задача траекторной баллистики**

по направлению подготовки

**24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Баллистика ракетно-ствольных систем**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

Год приема

**2023**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

К.С. Рогаев

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2023

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.

ОПК-4 Способен принимать технические решения на основе экономических нормативов.

ПК-2 Способен применять знания на практике, в том числе составлять математические модели профессиональных задач, находить способы их решения и интерпретировать профессиональный (физический) смысл полученного математического результата.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.1 Знать основные положения математики, естественных и социально-экономических наук

ИОПК 1.2 Уметь развивать полученные знания и применять их для решения нестандартных задач.

ИОПК 1.3 Владеть способами адаптации к работе в новой среде.

ИОПК 4.1 Знать методологические основы оценки экономической эффективности технических решений

ИОПК 4.2 Уметь применять критерии и методы технико-экономического обоснования конструктивно-технологических решений

ИОПК 4.3 Владеть навыками анализа себестоимости продукции

ИПК 2.1 Знает математическое описание законов баллистики и гидроаэродинамики.

ИПК 2.2 Умеет составлять математические модели профессиональных задач и находить способы их решения

ИПК 2.3 Осуществляет анализ и интерпретацию результатов математического моделирования

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоить физико-математический аппарат теории и практики исследований в области обратных задач траекторной баллистики, методами расчета аэродинамических характеристик твердого тела.

– Научиться применять аппарат методов обратных задач для решения практических задач профессиональной деятельности.

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

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

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

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

Второй семестр, зачет

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

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Численные методы в аэродинамике, Динамика полета тел, стабилизируемых вращением, Методы высокоскоростных изменений.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 10 ч.

-практические занятия: 14 ч.

в том числе практическая подготовка: 14 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

**Тема 1.** Классификация методов определения аэродинамических характеристик. Методики расчета аэродинамических характеристик, основанные на получении замкнутых решений уравнений движения. Методики численного расчета аэродинамических характеристик.

**Тема 2.** Построение физико-математической модели движения тела на баллистической трассе. Взаимодействие газообразной среды и движущегося в ней тела. Математическая постановка задачи. Основные расчетные соотношения. Характер ошибок в задании исходных данных. Два подхода к некорректным обратным задачам.

**Тема 3.** Методика расчета АДХ, основанная на детерминированном подходе. Аппроксимация кинематических параметров и их производных по измерительной информации баллистического эксперимента. Вычислительные эксперименты. Определение аэродинамических характеристик из систем линейных алгебраических уравнений.

**Тема 4.** Методика расчета АДХ, основанная на стохастическом подходе. Разработка семейства генетических алгоритмов.

**Тема 5.** Численное исследование алгоритмов расчета аэродинамических характеристик для различных структур их разложения.

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

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, выполнения домашних заданий по лекционному материалу, написания 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**

Зачет во втором семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. 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=37583>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) План практических занятий по дисциплине.
- д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

### а) основная литература:

1. Биматов В.И., Тимченко С.В. Методы решения обратных задач динамики и их применение к задачам аэробаллистики: учеб. Пособие. – Томск: STT, 2022. – 174с.
2. Биматов В.И., Савкина Н.В., Тимченко С.В., Фарапонов В.В. Основы экспериментальной внешней баллистики: учеб. пособие / – Томск: STT, 2017. – 122с.
3. Тихонов А.Н. О регуляризации некорректно поставленных задач // Док. АН СССР, 1963, т.153, №1, с. 49–52.
4. Биматов В.И., Фарапонов В.В., Н.В. Савкина Н.В., Христенко Ю.Ф. Практикум по аэробаллистике: учеб. пособие /– Томск: STT, 2017. – 84 с.
5. Зализняк В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений: учебник и практикум / В. Е. Зализняк. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2016. – 356 с. – Режим доступа ЭБС Лань: <https://www.biblio-online.ru/book/95164B7A-CFD6-4F43-9CF8-02E9A7B707BE>
6. Галиуллин А.С. Обратные задачи динамики. М.: Наука.1981, 144 с.
7. Башкин В. А. Численное исследование задач внешней и внутренней аэродинамики / В. А. Башкин, И. В. Егоров. – М.: Физматлит, 2013. – 331 с.

### б) дополнительная литература:

1. Биматов В.И., Мерзляков В.Д., Степанов В.П. Внешняя баллистика. – Томск, Изд-во Том. ун-та, 1993.
2. Биматов В.И. Обобщенный алгоритм решения обратной задачи траекторной баллистики // Изв. вузов. Физика. Томск. 2005. - №11. – С.30-36.
3. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. – М.: Наука, 1979. – 288 с.
4. Тихонов А.Н. Об устойчивых методах суммирования рядов Фурье // Док. АН СССР, 1964, т.156, №2, с.268-271.
5. Годунов С.К. Решение систем линейных уравнений. –Новосибирск: Наука, 1980, 177 с.
6. Воеводин В.В. Вычислительные основы линейной алгебры.- М. : Наука, 1978.- 303с.

### в) ресурсы сети Интернет:

- Общероссийская Сеть КонсультантПлюс 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 On-eNote, 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 семинарского 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.