

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

Экспериментальная внешняя баллистика

по направлению подготовки / специальности

16.03.01 Техническая физика

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:

Компьютерное моделирование в инженерной теплофизике и аэрогидродинамике

Форма обучения

Очная

Квалификация

Инженер, инженер-разработчик

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Э.Р. Шрагер

Ю.Н. Рыжих

А.Ю. Крайнов

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин, применять методы математического моделирования, теоретических и экспериментальных исследований.

ОПК-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ООПК-1.1 Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы

ООПК-1.2 Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

ООПК-2.1 Знает методику выявления естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и методику привлечения физико-математического аппарата и современные компьютерных технологий для их решения

ООПК-2.2 Умеет выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить приемы выбора аэромеханической, баллистической установки для проведения необходимых испытаний.

– Освоить методики регистрации газодинамических и кинематических параметров в экспериментах с использованием аэромеханической, баллистической установки.

– Научиться применять высокоскоростную фотографию для решения задач, возникающих в экспериментальных исследованиях.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль Цифровые технологии в аэродинамике летательных аппаратов.

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

Седьмой семестр, зачет с оценкой

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: «Физика», «Математический анализ», «Теоретическая механика», «Информатика», «Теория вероятностей и математическая статистика».

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лабораторные: 32 ч.

в том числе практическая подготовка: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Предмет и содержание экспериментальной внешней баллистики. История развития техники эксперимента во внешней баллистике. Аэробаллистика и гидробаллистика. Задачи курса. Основные понятия и определения.

Тема 2. Моделирование в физическом эксперименте. Условия динамического и теплового подобия потоков. Полное и частичное подобие. Расчет плотности среды, скорость звука. Моделирование на гиперзвуковых скоростях.

Тема 3. Аэродинамические трубы дозвуковых скоростей. Основные элементы и расчет аэродинамических труб малых скоростей. Качество и экономичность труб. Методы измерений и визуализации потока в дозвуковых трубах.

Тема 4. Аэродинамические трубы больших скоростей. Трансзвуковые аэродинамические трубы. Аэродинамические трубы с подогревателями. Ударные трубы. Ударные аэродинамические трубы. Ударные электромагнитные трубы. Адиабатические установки. Электромагнитные аэродинамические трубы. Сверхзвуковые аэродинамические трубы и их основные элементы.

Тема 5. Методы измерений в сверхзвуковых трубах. Весы механического, тензометрического и акселерометрического типа. Методы визуализации и измерения плотности. Методы измерения температуры. Методы измерения числа Маха и скоростей потока. Насадки для измерения числа Маха.

Тема 6. Методы аэробаллистических исследований. Баллистические и гидробаллистические трассы. Регистрация моментов пролета, блокирующие устройства. Аппроксимация электрических сигналов, поиск экстремумов. Методы и аппаратура для определения скорости. Определение параметров траектории.

Тема 7. Радиолокационный метод, эффект Доплера. Расшифровка доплерограммы. Времяпролетный оптический метод. Системы на базе телеметрических станций. Методики определения аэродинамических коэффициентов. Особенности постановки баллистического эксперимента в различных средах.

Тема 8. Методы высокоскоростной фото/видеорегистрации в баллистике. Аппаратура для визуализации быстропротекающих процессов. Подсветка и синхронизация. Получение количественных характеристик из фото/видео материала.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения пяти лабораторных работ с предоставлением письменного отчета и устного ответа на контрольные вопросы к ним 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 с оценкой в седьмом семестре проводится в письменной форме. Продолжительность зачета с оценкой 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) Практикум по аэробаллистике: учебное пособие / В.В. Фарапонов, В.И. Биматов, Н.В. Савкина, Ю.Ф. Христенко. – Томск: STT, 2017. – 84 с.

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 проведению лабораторных работ.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Баллистические установки и их применение в экспериментальных исследованиях. Под редакцией Златина Н. А., Мишина Г. И. - М: Наука, 1974.

2. Горлин С. М. Экспериментальная аэромеханика: учебное пособие для вузов / - М.: Высшая школа, 1970. - 422 с.

3. Н.П. Медведева «Экспериментальная баллистика» изд. ТГУ, 2007.

4. П.И. Шкворников, Н.М. Платонов «Экспериментальная баллистика. Приборы и методы баллистических измерений» М.: Оборонгиз, 1953г.

5. А.М. Харитонов. Техника и методы аэрофизического эксперимента. Ч. 1. Аэродинамические трубы и газодинамические установки: учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005. – 220 с.

6. А.М. Харитонов. Техника и методы аэрофизического эксперимента. Ч. 2. Методы и средства аэрофизических измерений: учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007. – 456 с.

7. С.В. Поршнев. Радиолокационные методы измерений экспериментальной баллистики: диссертация доктора технических наук: 05.11.13. – Нижний Тагил, 2000.– 245 с.: ил.

б) дополнительная литература:

– Степанов В.П., Фарапонов В.В. Внешняя баллистика. Некоторые вопросы баллистики ствольных систем. Томск: изд. ТГУ, 2001, 191 с.

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: пакетпрограмм. Включаетприложения: 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 (GoogleDocs, Яндекс диск и т.п.).
- Среда электронного обучения ТГУ – <https://lms.tsu.ru/>

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 платформаЮрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБСIPRbooks – <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.

Лабораторные помещения с установками: сверхзвуковая аэродинамическая труба, стенд для исследования аэробаллистических процессов, включающий метательные установки различных типов, измерительно-вычислительный комплекс, бесконтактные оптико-электронные и радиолокационные системы внешнетраекторных измерений.

15. Информация о разработчиках

Фарапонов Валерий Владимирович, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры динамики полета ФТФ

Чупашев Андрей Владимирович, ассистент кафедры динамики полета ФТФ