

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

Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Декан

Ю.Н. Рьжих

06

2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Экспериментальная баллистика

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.29

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 инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

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

ОПК-6 Способен использовать современные подходы и методы решения задач ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических параметров.

ОПК-7 Способен обрабатывать опытные данные физических и численных экспериментов по определению аэродинамических и баллистических характеристик объектов ракетно-космической техники.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1 Знать теорию и основные законы в области естественнонаучных и инженерных 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-5.1 Знать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники

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

ИОПК-6.1 Знать основные способы учета аэродинамических и баллистических параметров при решении задач ракетно-космической техники

ИОПК-6.2 Уметь решать задачи ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических параметров

ИОПК-6.3 Иметь навыки анализа влияния аэродинамических и баллистических параметров на эксплуатационные характеристики ракетно-космической техники

ИОПК-7.1 Знать основные методы обработки опытных данных физических и численных экспериментов по определению аэродинамических и баллистических характеристик объектов ракетно-космической техники

ИОПК-7.2 Уметь проводить обработку экспериментальных данных при определении аэродинамических и баллистических характеристик объектов ракетно-космической техники

ИОПК-7.3 Иметь навыки использования вычислительной техники для обработки экспериментальных данных

2. Задачи освоения дисциплины

– Изучить основы теории горения порохов, закономерности процесса газообразования, постановку основной задачи внутренней баллистики.

– Научиться проводить обработку результатов манометрических исследований, рассчитывать скорость горения пороха в замкнутом объеме.

– Изучить основные процессы и периоды выстрела, аналитические и численные методы решения основной задачи, зависимости основных характеристик выстрела от параметров заряда и снаряда

– Научиться получать аналитическое и численное решение основной задачи внутренней баллистики, проводить анализ зависимостей баллистических параметров выстрела от условий заряжания.

– Изучить основные физические закономерности, составляющие основу для методов измерения давления в установках и скорости перемещения механизмов и узлов устройства; принципы работы усилительной и регистрирующей аппаратуры и построения измерительных трактов.

– Научиться делать оценки погрешностей тех или иных методов измерений; получать выражения, связывающие регистрируемые величины с параметрами процессов в мехатронных и робототехнических устройствах.

– Изучить приемы работы с исследуемыми объектами в соответствии с нормами и требованиями техники безопасности; методики тарирования датчиков и измерительных трактов; приемы обработки данных испытаний.

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

Пятый семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

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

Обучающийся должен знать:

- основы термодинамики;
- основы теоретической механики;
- основы математического анализа и линейной алгебры;
- основы численных методов вычислений.

Обучающийся должен уметь:

- решать обыкновенные дифференциальные уравнения
 - проводить численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

-лекции: 10 ч.

-практические занятия: 22 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Предмет и содержание Экспериментальной баллистики

Значение экспериментальных исследований в баллистике. Предмет экспериментальной баллистики. Содержание экспериментальной баллистики. Сведения из истории развития баллистики.

Тема 2. Расчет максимального давления в манометрической бомбе

Расчет максимального давления в манометрической бомбе и функции газообразования. Связь между условиями заряжания и давлением в замкнутом объеме. Закон газообразования и геометрические формы пороха.

Тема 3. Методы измерения давления пороховых газов

Общие сведения. Значение измерения давления в баллистике. Основные методы измерения давления. Элементы приборов для измерения давления. Понятие о тарировании индикаторов.

Тема 4. Метод пластических деформаций

Сущность метода. Крешеры и крешерные приборы. Понятие о теории действия крешерного прибора. Тарирование крешеров. Прессы для тарирования крешеров. Методика применения крешеров для измерения давления.

Тема 5. Метод упругих деформаций

Сущность метода упругих деформаций. Понятие о теории метода упругих деформаций. Саморегистрирующий упругий манометр. Результаты применения упругих манометров.

Тема 6. Пьезоэлектрический метод

Физические основы пьезоэлектрического метода. Принцип измерения давлений пьезоэлектрическим методом. Виды пьезоманометров. Устройство электронного усилителя в пьезоэлектрическом методе. Тарирование пьезоманометров. Практика использования пьезоэлектрического метода. Электрическое дифференцирование и интегрирование опытной кривой давления.

Тема 7. Тензометрический метод

Сущность метода

Типы омических датчиков. Физические свойства омических датчиков. Тензометрический метод. Конструкции тензоманометров. Электрическая схема тензоиндикатора. Тарирование тензоиндикатора. Практика использования тензометрического метода.

Тема 8. Индуктивный метод

Принцип действия электромеханических ферромагнитных датчиков и преобразователей, классификация. Одинарные индуктивные датчики – ОИД. Дифференциальные индуктивные датчики – ДИД.

Тема 9. Емкостный метод

Принцип действия электромеханических емкостных датчиков и преобразователей, классификация. Применение ЭВМ для автоматизации измерений динамических давлений. Применения цифровых методов и средств для измерения динамических давлений. Аналого-цифровые преобразователи. Системы цифровой регистрации динамических давлений. Состав и структура автоматизированной системы измерения динамического давления.

10. Методы и аппаратура измерения скорости метаемых элементов

Общие сведения. Значение измерения скорости метаемых элементов в баллистике. Основные методы измерения скорости метаемых элементов.

Тема 11. Методы определения мгновенной скорости

Метод баллистического маятника. Метод использования баллистической волны.

Тема 12. Методы определения средней скорости

Блокирующие устройства. Начальная скорость. Внешние блокирующие устройства. Внешние блокирующие устройства. Ствольные блокирующие устройства. Надульные датчики скорости.

Тема 13. Методы определения скорости как функции пути и времени
Метод на основе эффекта Доплера. Системы на базе телеметрических станций.

9. Текущий контроль по дисциплине

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

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов:

1. Предмет и содержание экспериментальной баллистики
2. Значение измерения давления в баллистике
3. Основные методы измерения давления
4. Понятие о тарировании индикаторов
5. Применение медных крешеров для измерения давления
6. Крешеры и крешерные приборы
7. Тарирование медного крешера, способы тарирования
8. Измерение давления методом упругих деформаций
9. Тарирование упругого элемента Пьезоэлектрический метод:
10. Пьезоэлектрический метод измерения давления
11. Конструкция пьезодатчика, его подключение к измерительному тракту
12. Тарирование пьезоэлектрического датчика Тензометрический метод:
13. Сущность тензометрического метода измерения давления
14. Конструкция тензодатчиков
15. Электрическая схема включения тензодатчика
16. Тарирование тензометрического датчика давления
17. Принцип работы индукционных датчиков давления
18. Принцип работы ёмкостных датчиков давления
19. Цель измерения скорости снаряда для баллистики
20. Методы измерения мгновенной скорости метаемого тела
21. Методы определения скорости как функции времени или пройденного пути
22. Методы измерения средней скорости движения снаряда
23. Контактные внешние блокирующие устройства, их достоинства и недостатки
24. Бесконтактные внешние блокирующие устройства, их достоинства и недостатки
25. Ствольные блокирующие устройства
26. Надульные датчики скорости

Результаты зачета определяются оценками «зачтено» и «незачтено».

Оценка «Зачтено» ставится при правильном ответе на, хотя бы, на один вопрос на зачете при условии правильного выполнения 100% заданий по промежуточной аттестации.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22340>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) План семинарских / практических занятий по дисциплине с набором контрольных вопросов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Н.П. Медведева «Экспериментальная баллистика» изд. ТГУ, 2007.
2. П.И. Шкворников, Н.М. Платонов «Экспериментальная баллистика. Приборы и методы баллистических измерений» М., Оборонгиз., 1953г.
3. «Электрические измерения. Средства и методы измерений.» Под ред. Е.Г. Шримкова. М., Высшая школа, 1972г.
4. А.М. Туричин «Электрические измерения не электрических величин.» Л., Госэнергоиздат., 1959г.
5. А.М. Туричин «Электрические измерения» Л., Госэнергоиздат., 1961 г.
6. «Электрические измерения». Под ред. А.В. Фремке. Л., Госэнергоиздат, 1963 г.
7. Сборник лабораторных работ по внутренней баллистике. Под ред. Ю.И. Медведева, Томск, изд. ТГУ, 1981 г.

б) дополнительная литература:

1. Кунце Х.-И. Методы физических измерений: пер. с нем. – М.: Мир, 1989
2. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента.– М.: «Наука», 1972

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 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.

Лабораторные помещения с установками: две манометрические бомбы, измерительный комплекс с цифровой регистрацией давления, грузопоршневой манометр для тарирования тензодатчиков, пресс Барановского для тарирования медного и упругого крешеров, пресс прямого нагружения для тарирования пьезодатчиков, установка для динамического тарирования пьезодатчиков, баллистическая трасса для измерения внешних баллистических параметров метаемого тела.

15. Информация о разработчиках

Рогаев Константин Сергеевич, кандидат физико-математических наук, Физико-технический факультет НИ ТГУ, доцент