

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

Методы высокоскоростных измерений

по направлению подготовки

24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Направленность (профиль) подготовки :
Баллистика ракетно-ствольных систем

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2022

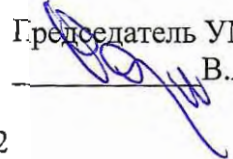
Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.02.01

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

 В.И. Биматов

Председатель УМК

 В.А. Скрипняк

Томск – 2022

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан

_____ Ю.Н. Рыжих

« ____ » _____ 20____ г.

Рабочая программа дисциплины

Методы высокоскоростных измерений

по направлению подготовки

24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Направленность (профиль) подготовки :
Баллистика ракетно-ствольных систем

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2022

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.02.01

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

_____ В.И. Биматов

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-3 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований на основе анализа научной и патентной литературы.

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

ОПК-6 Способен разрабатывать и использовать новые подходы и методы расчета объектов ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических параметров.

ОПК-7 Способен анализировать и обобщать результаты физического и численного моделирования, обоснованно выбирать аэродинамические и баллистические параметры ракет и космических аппаратов.

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 3.1 Знать новые научные принципы и методы исследований в области профессиональной деятельности.

ИОПК 3.2 Уметь применять на практике новые научные принципы и методы исследований

ИОПК 3.3 Владеть методами поиска и анализа научной и патентной литературы

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

ИОПК 6.1 Знать передовые методы расчета объектов ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических параметров

ИОПК 6.2 Уметь разрабатывать и использовать новые подходы и методы расчета объектов ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических параметров

ИОПК 6.3 Владеть навыками анализа влияния аэродинамических и баллистических параметров на характеристики объектов ракетно-космической техники

ИОПК 7.1 Знать способы учета аэродинамических и баллистических параметров ракет и космических аппаратов при физическом и численном моделировании

ИОПК 7.2 Уметь выбирать аэродинамические и баллистические параметры ракет и космических аппаратов на основе анализа результатов моделирования

ИОПК 7.3 Владеть навыками проведения и анализа результатов физического и численного моделирования

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

– Владение студентами методами измерений плотности, температуры, скоростей потока во время проведения аэромеханических и баллистических экспериментов.

– Владение студентами методами измерений коротких интервалов времени.

– Владение студентами приемами высокоскоростной фотографии в видимом свете и рентгеновских лучах.

– Владение студентами ориентации в выборе аэромеханической, баллистической установки для проведения необходимых испытаний, в выборе методов для измерения плотности, температуры, скорости потока для проведения аэромеханических и баллистических экспериментов.

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

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

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

Первый семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

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

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

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

– лекции: 14 ч.;

– лабораторные занятия: 20 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение в аэродинамику высокоскоростных течений.

История развития техники эксперимента в аэромеханике. Задачи курса. Основные понятия и определения. Моделирование при аэромеханических экспериментах. Критерии подобия.

Тема 2. Аэромеханические установки больших сверхзвуковых скоростей.

Аэродинамические трубы с подогревателями. Ударные трубы. Ударные аэродинамические трубы. Ударные электромагнитные трубы. Адиабатические установки.

Электромагнитные аэродинамические трубы. Баллистические тиры. Установки для высокоскоростного метания. Применение взрывчатых веществ для получения высокоскоростных потоков и сильных ударных волн. Кумулятивные заряды.

Тема 3. Методы измерений в сверхзвуковых трубах.

Методы измерения сил. Весы механического, тензометрического и акселерометрического типа. Методы визуализации и измерения плотности. Шлирен - метод. Интерферометр Майкельсона. Интерферометр Маха - Цандера. Прибор ИАБ - 451. Методы измерения плотности, основанные на поглощении. Методы измерения температуры. Аппаратура для безынерционной регистрации температуры. Спектрографы. Ионизационные датчики. Методы измерения числа Маха и скоростей потока. Насадки для измерения числа Маха.

Тема 4. Внешнебаллистические измерения. Методы и средства регистрации.

Измерение коротких интервалов времени. Аналоговые методы, методы отсчета с интерполяцией, цифровые методы. Искровые источники света. Открытая искра. Скользящие и полупроводящие искровые разряды. Капиллярные искровые разряды. Запускающие искровые разрядники. Электроннооптические затворы. Затвор с ячейкой Керра. Затвор Фарадея. Затвор с электроннооптическим преобразователем изображения. Растровые методы высокочастотной кинематографии. Метод штрихового раstra, метод линзового раstra, применение волоконной оптики. Рентгено - импульсная техника. Получение и регистрация отдельных импульсов. Кинематография в рентгеновских лучах.

Тема 5. Лабораторные работы.

Изучение работы скоростного фоторегистратора СФР - 2М. Регистрация открытой искры. Фотографирование сгорания тонкой проволоки. Регистрация разряда в воде.

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

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций, указанных в п.1.

Темы рефератов

1. История развития техники эксперимента в аэромеханике. Основные понятия и определения.
2. Моделирование при аэромеханических экспериментах. Критерии подобия.
3. Аэродинамические трубы с подогревателями. Ударные трубы.
4. Ударные аэродинамические трубы. Ударные электромагнитные трубы.
5. Адиабатические установки.
6. Электромагнитные аэродинамические трубы.
8. Баллистические тиры. Установки для высокоскоростного метания.
9. Применение взрывчатых веществ для получения высокоскоростных потоков и сильных ударных волн. Кумулятивные заряды.
10. Методы измерения сил. Весы механического, тензометрического и акселерометрического типа.
11. Методы визуализации и измерения плотности. Шлирен - метод.
12. Интерферометр Майкельсона.
13. Интерферометр Маха - Цандера.
14. Прибор ИАБ - 451.
15. Методы измерения плотности, основанные на поглощении.

16. Методы измерения температуры. Аппаратура для безынерционной регистрации температуры. 17. Спектрографы.
18. Ионизационные датчики.
19. Методы измерения числа Маха и скоростей потока. Насадки для измерения числа Маха.
20. Измерение коротких интервалов времени. Аналоговые методы, методы отсчета с интерполяцией, цифровые методы.
21. Искровые источники света. Открытая искра.
22. Скользящие и полупроводящие искровые разряды.
23. Капиллярные искровые разряды. Запускающие искровые разрядники.
24. Электроннооптические затворы. Затвор с ячейкой Керра.
25. Затвор Фарадея. Затвор с электроннооптическим преобразователем изображения.
26. Растворные методы высокочастотной кинематографии.
27. Метод штрихового раstra, метод линзового раstra, применение волоконной оптики.
28. Рентгено - импульсная техника.
29. Получение и регистрация отдельных импульсов.
30. Кинематография в рентгеновских лучах.

При проведении самостоятельной работы предлагаются индивидуальные задания по следующим темам:

1. Измерения числа Маха и скоростей потока.
2. Расчет скорости потока в электромагнитных аэродинамических трубах.
3. Расчет скорости потока в ударных аэродинамических и электромагнитных трубах.

На основе содержания курса, по каждому из разделов сформулированы вопросы, обсуждаемые в ходе работы с преподавателем. Уровень подготовки обучающегося и его оценка выявляются в результате собеседований. Самостоятельная работа студентов опирается на ряд учебных пособий. В основе итоговой оценки лежит качество освоения разделов дисциплины с учётом степени активности каждого слушателя в ходе проведения семинаров.

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

Зачтено	Выставляется студенту, владеющему базовыми знаниями в области изучаемой дисциплины
Незачтено	Выставляется студенту в случае отсутствия знаний по вопросам билета теоретического зачета.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <http://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22475>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Вопросы самоконтроля знаний.

1. История развития техники эксперимента в аэромеханике. Основные понятия и определения.
2. Моделирование при аэромеханических экспериментах. Критерии подобия.
3. Аэродинамические трубы с подогревателями. Ударные трубы.
4. Ударные аэродинамические трубы. Ударные электромагнитные трубы.
5. Адиабатические установки.
6. Электромагнитные аэродинамические трубы.
8. Баллистические тир. Установки для высокоскоростного метания.

9. Применение взрывчатых веществ для получения высокоскоростных потоков и сильных ударных волн. Кумулятивные заряды.
10. Методы измерения сил. Весы механического, тензометрического и акселерометрического типа.
11. Методы визуализации и измерения плотности. Шлирен - метод.
12. Интерферометр Майкельсона.
13. Интерферометр Маха - Цандера.
14. Прибор ИАБ - 451.
15. Методы измерения плотности, основанные на поглощении.
16. Методы измерения температуры. Аппаратура для безынерционной регистрации температуры.
17. Спектрографы.
18. Ионизационные датчики.
19. Методы измерения числа Маха и скоростей потока. Насадки для измерения числа Маха.
20. Измерение коротких интервалов времени. Аналоговые методы, методы отсчета с интерполяцией, цифровые методы.
21. Искровые источники света. Открытая искра.
22. Скользящие и полупроводящие искровые разряды.
23. Капиллярные искровые разряды. Запускающие искровые разрядники.
24. Электроннооптические затворы. Затвор с ячейкой Керра.
25. Затвор Фарадея. Затвор с электроннооптическим преобразователем изображения.
26. Растворные методы высокочастотной кинематографии.
27. Метод штрихового раstra, метод линзового раstra, применение волоконной оптики.
28. Рентгено - импульсная техника.
29. Получение и регистрация отдельных импульсов.
30. Кинематография в рентгеновских лучах.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Биматов В.И., Савкина Н.В., Тимченко С.В., Фарапонов В.В. Основы экспериментальной внешней баллистики: учеб. пособие / – Томск: STT, 2017. – 122с.
2. Степанов В.П. Внешняя баллистика. Ч.1. Томск: изд. ТГУ, 2011, 738 с.
3. Архипов В.А. Основы теории инженерно-физического эксперимента: учебное пособие / В.А. Архипов, А.П. Березиков. – Томск: Изд-во Томского политех. ун-та, 2008. – 206 с.
4. Пронкин Н. С. Основы метрологии динамических измерений: учебное пособие : [для вузов] / Н. С. Пронкин. - Москва: Логос, 2011. - 253 с.
5. Дубовик А. С. Фотографическая регистрация быстропротекающих процессов / А. С. Дубовик. - Изд. 3-е, перераб. - Москва: Наука, 1984. - 319 с.

б) дополнительная литература

1. Баллистические установки и их применение в экспериментальных исследованиях. Под редакцией Златина Н. А., Мишина Г. И. - М: Наука, 1974.
2. Физика быстропротекающих процессов. Под редакцией Златина Н. А.- М: Мир, 1971. - I, II, III т.
3. Горлин С. М. Экспериментальная аэромеханика: учебное пособие для вузов / С. М. Горлин. - М.: Высшая школа, 1970. - 422 с.

в) ресурсы сети Интернет:

Все виды информационных ресурсов Научной библиотеки ТГУ. Информационные источники 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 (репозитории) 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

Фарапонов Валерий Владимирович, канд. физ.-мат. наук, доцент каф. Динамики полета.