

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

Внутренняя баллистика

по направлению подготовки / специальности

16.04.01 Техническая физика

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:
Компьютерный инжиниринг высокоэнергетических систем

Форма обучения

Очная

Квалификация

Инженер-исследователь

Год приема

2023

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Э.Р. Шрагер

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2023

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

БК-2 Способен использовать научные методы для решения профессиональных задач.

ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследований.

ОПК-2 Способен осуществлять экспертизу технической документации в области профессиональной деятельности.

ПК-3 Способен самостоятельно применять знания на практике по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, экспериментов и наблюдений.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОБК 2.1 Знает основные методы научных исследований.

РОБК 2.2 Умеет выстраивать систематическую и логическую цепочку анализа и принимаемых решений в контексте задачи профессиональной деятельности.

РООПК 1.1 Знать современные проблемы и задачи профессиональной сферы деятельности, приоритетные направления научных и прикладных работ, подходы и методы формулировки критериев оценки решения задач.

РООПК 1.2 Уметь формулировать цели и задачи исследования при решении приоритетных задач профессиональной сферы деятельности, выбирать и создавать критерии оценки решений задач.

РООПК 2.1 Знать основные нормативные документы и термины, правила и порядок проведения экспертизы технической документации.

РООПК 2.2 Уметь осуществлять экспертизу технической документации.

РОПК 3.1 Знать как осуществить и организовать сбор, анализ и систематизацию информации по проблеме исследования.

РОПК 3.2 Уметь анализировать, интерпретировать, оценивать, представлять результаты проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ

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 ее 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.

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

Первый семестр, экзамен

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: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Предмет и задачи внутренней баллистики ствольных систем

Введение. История развития внутренней баллистики. Деление внутренней баллистики на разделы. Основные обозначения и определения во внутренней баллистике

Тема 2. Пороха, заряды и их характеристики.

Виды и назначение взрывчатых веществ, пороха, их виды, свойства и формы, жидкие метательные вещества. Баллистические и физико-химические свойства порохов. Артиллерийские заряды и снаряды.

Тема 3. Горение пороха в замкнутом объеме

Общая характеристика процесса горения пороха в замкнутом объеме. Уравнение состояния пороховых газов. Общая формула пиростатики, формула для наибольшего давления. Опытное определение баллистических параметров пороха. Учет тепловых потерь в манометрических экспериментах.

Тема 4. Основные законы горения порохов

Геометрический и физический законы горения порохов. Скорость горения пороха, ее определение. Плотность заряжания и полный импульс давления пороховых газов. Интегральный критерий Шмица.

Тема 5. Закономерности процесса газообразования

Скорость газообразования при геометрическом законе горения. Дегрессивно и прогрессивно горящие формы пороховых зерен. Физический закон газообразования, функция формы Шарбонье, Г-функция Серебрякова и ее применение, влияние флегматизаторов и ингибиторов горения. Использование интегральных диаграмм.

Тема 6. Особенности различных режимов горения порохов

Срыв горения в поры. Особенности горения порохов с узкими каналами. Конвективный режим горения в пористых системах. Низкоскоростной режим взрывчатого превращения, переход горения в детонацию.

Тема 7. Основные процессы артиллерийского выстрела

Понятие об артиллерийском выстреле, общее устройство ствола, ведущих систем снаряда. Давление форсирования. Сопротивление ведущего пояска при движении снаряда по каналу ствола. Гладкоствольные системы. Движение и горение элементов метательного заряда.

Тема 8. Основная (прямая) задача внутренней баллистики

Классическая постановка основной задачи. Система уравнений, уравнение Резаля, коэффициент фиктивности массы, уравнение движения снаряда, начальные условия. Распределение скорости газа и давления в заснарядном пространстве. Влияние уширения камеры на характеристики выстрела. Учет тепловых потерь при выстреле.

Тема 9. Решение основной задачи внутренней баллистики в классической постановке

Интегрирование уравнений методом Дроздова для предварительного, первого и второго периодов выстрела. Условия достижения максимального давления выстрела. Иллюстрация и свойства аналитического решения.

Тема 10. Решение основной задачи при физическом законе газообразования.

Постановка задачи при использовании физического закона газообразования. Решение основной задачи при физическом законе горения заряда.

Тема 11. Численные методы решения основной задачи для орудия классической схемы

Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Применение метода Рунге-Кутты для решения основной задачи внутренней баллистики ствольных систем.

Тема 12. Специальные методы баллистических расчетов

Безразмерные переменные, подобие орудий, Баллистические таблицы. Приближенные методы решения основной задачи. Упрощенные зависимости внутренней баллистики. Поправочные формулы. Слухоцкого, Ермолаева.

Тема 13. Период последствий пороховых газов

Основные физические процессы, сопровождающие период последствий. Дульные тормоза. Расчет движения снаряда и откатных частей орудия в период последствий.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения заданий 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 первом семестре проводится в письменной форме. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

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=24725>

- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- 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. Баллистика ствольных систем. / Под ред. Л.Н. Лысенко, А.М. Липанова, Машиностроение, 2006.
2. Ассовский И.Г. Физика горения и внутренняя баллистика М., Наука, 2005г
3. Хоменко Ю.П., Ищенко А.Н., Касимов В.З. Математическое моделирование внутрибаллистических процессов в ствольных системах Новосибирск, СО РАН, 1999.
4. Русяк И.Г., Ушаков В.М. Внутрикамерные гетерогенные процессы в ствольных системах. РАН, Екатеринбург, 2001.
5. Серебряков М.Е. Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет. М.: Оборонгиз, 1962.
6. Термогазодинамические основы внутренней баллистики ствольных систем (Вилунов В.Н., Губарев А.В., Михайловский Ю.В. и др.) Пенза ПВИАУ, 1974
7. Чурбанов В.Е. Внутренняя баллистика Л.; ВАОЛКА, 1975.
8. Блинов А. Курс артиллерии ISBN 978-5-458-30510-5; 2012 г
9. Рассе. Дж. Баллистика ISBN 978-5-5129-0585-2; 2012 г.

б) дополнительная литература:

1. Баллистика / С.В. Беневольский, В.В. Бурлов, В.П. Казаковцев и др.; Под ред. Л.Н. Лысенко. Учебник для курсантов и слушателей ГРАУ. Пенза, ПАИИ, 2005
2. Губарев А.В., Михайловский Ю.В. Теплотехника и внутренняя баллистика ствольных систем и реактивных двигателей. М.: Изд-во МО СССР 1986
3. Чурбанов В.Е. Краткий курс баллистики С.-Пб. Изд-во БГТУ, 2000.
4. Энергетические конденсированные системы. Краткий энциклопедический словарь. Под ред. Академика Б.П. Жукова. М., Янус, 2000

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 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

Ищенко Александр Николаевич, доктор физико-математических наук, Физико-технический факультет НИ ТГУ, профессор