

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Ю.Н. Рыжих

Оценочные материалы по дисциплине

**Экспериментальная баллистика**

по направлению подготовки

**16.03.01 Техническая физика**

Направленность (профиль) подготовки:

**Компьютерное моделирование в инженерной теплофизике и аэрогидродинамике**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Инженер, инженер-разработчик**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

Э.Р. Шрагер

Ю.Н. Рыжих

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2024

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

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-3 Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, интеллектуально-правовых, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла объектов профессиональной деятельности и процессов на основе оценки их эффективности и результатов.

ОПК-4 Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

ОПК-5 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности.

ОПК-6 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, аргументировано защищать результаты выполненной работы.

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-3.1 Знает принципы планирования, разработки текущих и перспективных планов развития профессиональной сферы

ООПК-3.2 Умеет выбирать средства и технологии, в том числе с учетом последствий в профессиональной сфере, определять приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования.

ООПК-4.1 Знает принципы построения технического задания

ООПК-4.2 Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно конструкторской документации; оформлять проектно-конструкторскую документацию в соответствии со стандартами

ООПК-5.1 Знает методику учета современных тенденций развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности

ООПК-5.2 Умеет учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности

ООПК-6.1 Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, способы обработки и представления данных, системы стандартизации и сертификации

ООПК-6.2 Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

– контрольные работы

Каждая контрольная выполняется для допуска к лабораторной работе, в подгруппе не более 3-х человек. Вопросы распределяться по подгруппе, а ответы на них проговариваются перед выполнением лабораторной работы.

Контрольная работа №1 «Определение поверхности горения порохового зерна»  
(РООПК-1.1, РООПК-1.2, РООПК-5.1, РООПК-5.2, РООПК-6.1)

1. Какие формы порохового зерна бывают?  
Должны быть названы основные прогрессивные и дегрессивные виды.
2. Какие методы определения начальной поверхности горения порохового зерна существуют?  
Должны быть названы основные контактные и оптические, привести примеры.
3. Геометрические законы горения пороха.  
Приведено основное допущение геометрического закона горения. Записан и пояснен законы горения для прогрессивного и дегрессивного зерна.
4. Устройство инструментального микроскопа.  
Привести основные элементы и их назначение.
5. Устройство оптического микроскопа с цифровой камерой.  
Привести основные элементы и их назначение.
6. Применение цифровой камеры для определения линейного размера.  
Указать как тарировать камеру и проводить измерения.

Контрольная работа №2 «Метод пластических деформаций»  
(РООПК-1.1, РООПК-1.2, РООПК-5.1, РООПК-5.2, РООПК-6.1)

1. Что такое пластические деформации?  
Привести определение или рассказать на примерах.
2. Что такое крешер и крешерный прибор?  
Привести определения и общий вид.
3. Какие виды крешеров существуют?  
Привести три вида крешеров и рассказать в чем их преимущества и недостатки.
4. Устройство крешерных приборов.  
Привести каких типов они бывают и какими основными элементами они все обладают.
5. Что такое тарирование и какие виды тарировки бывают?  
Привести какие виды тарирования бывают в целом. Какие виды тарирования применяться к медным крешерам.
6. Устройство пресса Барановского.  
Привести основные элементы пресса и принцип его работы.

Контрольная работа №3 «Пьезометрический метод»  
(РООПК-1.1, РООПК-1.2, РООПК-5.1, РООПК-5.2, РООПК-6.1)

1. Что такое пьезоэффект и в чем его суть?  
Привести определение или рассказать на примерах.
2. Конструкция пьезодатчика?  
Привести общий вид датчика и рассказать принцип работы.
3. Включение пьезодатчика в измерительную систему?  
Привести электрическую схему и рассказать назначение основных элементов.
4. Что такое АЦП и осциллограф?  
Привести определение АЦП и описать принцип его действия.
5. Тарирование пьезодатчика.  
Указать какие виды тарирования могут быть применены к пьезодатчику.
6. Устройство ударного копра и принцип его работы.  
Привести общий вид копра, указать основные узлы и принцип работы копра.

Контрольная работа №4 «Лабораторные исследования ВЭМ»  
(РООПК-1.1, РООПК-1.2, РООПК-5.1, РООПК-5.2, РООПК-6.1)

1. Виды экспериментальных исследований применительно к внутренней баллистики.  
Указать какие и где исследования выполняются (полигонные и лабораторные).
2. Устройство лабораторного комплекса.  
Привести описание измерительного комплекса и баллистического стенда.
3. Устройство манометрической бомбы.  
Привести общий вид и основные элементы.
4. Нормативная база при проведении экспериментальных исследований ВЭМ.  
Регулирование законодательством. Аттестация помещения и сотрудников.
5. Основные баллистические параметры ВЭМ.  
Дать определение силы пороха и ковалюма.
6. Методики определение скорости горения ВЭМ.  
Метод определения полного импульса из экспериментального исследования.

Критерии оценивания:

Результаты контрольных работ определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется, если студент демонстрирует понимание физических процессов происходящих в сложных технических системах.

Оценка «не зачтено» выставляется, если студент демонстрирует частичные знание или не понимание физических процессов, происходящих в сложных технических системах.

– отчеты по лабораторным работам

Отчет формируется по результатам проведения лабораторной работы и направляется преподавателю на проверку. Отчет оформляется в соответствии с ГОСТ 7.32–2017.

Отчет по лабораторной работе №1 «Определение условий заряжания  
манометрической бомбы и закона горения пороха»  
(РООПК-6.2, РООПК-3.1, РООПК-3.2, РООПК-4.1, РООПК-4.2.)

Содержание отчета:

1. Расчет максимального давления в манометрических бомбе.
2. Расчет поверхности горения порохового зерна от толщины горящего свода.
3. Графическое представление поверхности горения порохового зерна от толщины горящего свода.

Отчет по лабораторной работе №2  
«Определение поверхности горения порохового зерна»  
(РООПК-6.2, РООПК-3.1, РООПК-3.2, РООПК-4.1, РООПК-4.2)

Содержание отчета:

1. Описание микроскопа используемого в лабораторной работе
2. Определение поверхности горения порохового зерна
3. Расчет поверхности горения порохового зерна от толщины горящего свода.
4. Графическое представление поверхности горения порохового зерна от толщины горящего свода.

Отчет по лабораторной работе №3  
«Статическое тарирование медных крешеров»  
(РООПК-6.2, РООПК-3.1, РООПК-3.2, РООПК-4.1, РООПК-4.2)

Содержание отчета:

1. Описание метода последовательного тарирования.
2. Описание прессы Барановского.
3. Тарирование медного цилиндрического крешера.

#### 4. Таражная таблица и таражная кривая.

Отчет по лабораторной работе №4  
«Динамическое тарирование пьезокварцевого датчика»  
(РООПК-6.2, РООПК-3.1, РООПК-3.2, РООПК-4.1, РООПК-4.2)

Содержание отчета:

1. Методика тарирования пьезодатчика.
2. Описание копра.
3. Определение коэффициента усиления сигнала пьезокварцевого датчика.

Отчет по лабораторной работе №5  
«Определение коволюма, полного импульса сгорания и силы пороха»  
(РООПК-6.2, РООПК-3.1, РООПК-3.2, РООПК-4.1, РООПК-4.2)

Содержание отчета:

1. Методика определения коволюма и силы пороха.
2. Методика определения полного импульса сгорания.
3. Описание манометрической бомбы.
4. Определение основных баллистических характеристик пороха.

Критерии оценивания:

Результаты отчета по лабораторным работам определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется, если отчет выполнен с соблюдением правил ГОСТа, все пункты отчета в полной мере освещают проведенную лабораторную работу.

Оценка «не зачтено» выставляется, если нарушено одно из правил: отчет оформлен без соблюдения правил ГОСТ; в отчете отсутствуют обязательные разделы; в отчете содержится не полная информация о выполнении лабораторной работы.

### **3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания**

Первая часть зачета проводится по билетам в письменной форме с устной защитой. Билет состоит из двух теоретических вопросов, проверяющих РООПК-1.1, РООПК-1.2, РООПК-5.1, РООПК-5.2, РООПК-6.1. Вторая часть зачета представляет собой беседу со студентом, в которой проверяется знание основных формулировок и определений (РООПК-6.2, РООПК-3.1, РООПК-3.2, РООПК-4.1, РООПК-4.2).

Теоретические вопросы:

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

10. Пьезоэлектрический метод измерения давления
11. Конструкция пьезодатчика, его подключение к измерительному тракту
12. Тарирование пьезоэлектрического датчика
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

Критерии оценивания:

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется, если на теоретический вопрос дан ответ и все лабораторные работы выполнены и имеют оценку «зачтено».

Оценка «не зачтено» выставляется, если нарушено одно из правил: не сдана хотя бы одна лабораторная работа; студент не ориентируется в материале курса; студент не может объяснить принципы работы рассматриваемых приборов.

#### **4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)**

Теоретические вопросы:

1. Значение измерения давления в баллистике  
Ответ должен содержать, где проводятся измерения и почему.
2. Основные методы измерения давления  
Ответ должен содержать как минимум три метода: пластические деформации, пьезоэлектрический метод, тензометрический метод.
3. Крешеры и крешерные приборы  
Ответ должен содержать основной принцип работы крешерного прибора, его виды и виды крешера.
4. Измерение давления методом упругих деформаций  
Ответ должен содержать основной принцип работы прибора, его виды и виды упругого крешера.
5. Пьезоэлектрический метод измерения давления  
Ответ должен содержать основной принцип работы пьезоэлектрического метода измерения давления.
6. Сущность тензометрического метода измерения давления  
Ответ должен содержать основной принцип работы тензометрического метода измерения давления.

Критерии оценивания: считается выполненным, если дан верный ответ на один теоретический вопрос (исчерпывающий и/или с небольшими неточностями).

**Информация о разработчиках**

Рогаев Константин Сергеевич, к.ф.-м.н., кафедра Динамики полета, доцент