

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 внешняя 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

**2025**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Ю.Н. Рыжих

Э.Р. Шрагер

А.Ю. Крайнов

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2025

## **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 общеинженерных 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:

РООПК-1.1 Знает фундаментальные законы естественнонаучных и общеинженерных дисциплин и математические законы

РООПК-1.2 Умеет применять законы естественнонаучных и общеинженерных дисциплин и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

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

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

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

Элемент текущего контроля:

– отчет по лабораторной работе.

Отчет формируется по результатам проведения лабораторной работы и направляется преподавателю на проверку.

Список лабораторных работ (РООПК-1.1, РООПК-1.2, РООПК-2.1, РООПК-2.2):

1. Применение фотоэлектрических блокирующих устройств, для регистрации моментов пролета моделями сечений трассы
2. Подготовка данных, необходимых для обработки баллистических экспериментов
3. Измерение скорости модели на баллистической трассе
4. Определение аэродинамического коэффициента силы лобового сопротивления
5. Методы высокоскоростной визуализации на баллистической трассе

Отчет оформляется в соответствии с ГОСТ 7.32–2017

Критерии оценивания:

Результаты работ оцениваются баллами от 2 до 5.

5 баллов – ответы в отчете на задание лабораторно-практической работы приведены в полном объеме, с правильной терминологией изучаемой дисциплины, логичны в изложении.

4 балла – ответы в отчете на задание лабораторно-практической работы приведены не в полном объеме, ответы содержат незначительные ошибки, есть незначительные ошибки в терминологии.

3 балла – ответы в отчете на задание лабораторно-практической работы содержат значительные ошибки, есть ошибки в терминологии.

2 балла, неудовлетворительная оценка, ответы содержат значительные ошибки, есть грубые ошибки в терминологии или отчет по лабораторно-практической работе не представлена к проверке.

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

Зачет с оценкой проводится в письменно-устной форме.

Первая часть зачета проводится по билетам в письменной форме с устной защитой. Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов, проверяющих (РООПК-1.1, РООПК-1.2, РООПК-2.1, РООПК-2.2). Вторая часть зачета представляет собой беседу со студентом, в которой проверяется знание основных формулировок и определений.

Теоретические вопросы:

1. Критерии динамического подобия потоков.
2. Критерии теплового подобия потоков.
3. Устройство аэродинамических труб малых скоростей.
4. Методы измерений параметров потока в аэродинамических трубах малых скоростей.
5. PIV-метод. Лазерный нож.
6. Определение полного и статического давления в потоке. Параметры торможения.
7. Методы измерения температуры при аэродинамических испытаниях.
8. Методы измерения скорости потока при аэродинамических испытаниях.
9. Способы определения скорости быстро движущихся тел. Мгновенная и средняя скорость.
10. Основные принципы электрических преобразователей давления.
11. Аэродинамические весы: типы и основные особенности.
12. Устройство сверхзвуковых аэродинамических труб.
13. Шлирен метод. Теневой прибор Теплера. Нож Фуко.
14. Основные особенности постановки баллистического эксперимента в различных средах.
15. Оценка погрешности производимых измерений.
16. Бесконтактные блокирующие устройства.
17. Баллистический маятник и контактные блокирующие устройства.
18. Времяпролетный оптический метод.
19. Радиолокационные методы определения скорости. Эффект Доплера.
20. Методы высокоскоростной фото/видеорегистрации. Экспозиция, освещение.
21. Методики определения коэффициента лобового сопротивления.
22. Баллистические и гидробаллистические трассы.
23. Нахождение моментов инерции снарядов.
24. Основные элементы аппаратуры высокоскоростной фото/видеорегистрации.
25. Аппроксимация электрических сигналов, поиск экстремумов.
26. Аппаратура для измерения времени: хронометр, осциллограф.

Критерии оценивания:

Результаты зачета с оценкой определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если студентом даны правильные, развернутые ответы на два теоретических вопроса с подробным объяснением и все лабораторные работы выполнены и приняты (3-5 баллов).

Оценка «хорошо» выставляется, если ответы на вопросы билета даны студентом верно, но не в полном объеме. Требуется задавать наводящие вопросы. Все лабораторные работы выполнены и приняты (3-5 баллов)

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если ответы студента на вопросы билета даны с грубыми ошибками, наводящие вопросы с трудом помогают студенту сформулировать правильный ответ. Все лабораторные работы выполнены и приняты (3-5 баллов)

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при отсутствии знаний у студента по вопросам билета.

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

Теоретические вопросы (РООПК-1.1, РООПК-1.2, РООПК-2.1, РООПК-2.2):

1. Теория подобия. Критерии подобия потоков  
Ответ должен содержать назначение теории подобия и перечисление не менее трети из основных динамических и тепловых критериев подобия потоков с упоминанием, что данный критерий характеризует (числа Маха, Рейнольдса, Фруда, Струхалья, Вебера, Кавитации, Нуссельта, Пекле, Прандтля).
2. Методики определения коэффициента лобового сопротивления  
Ответ должен содержать описание подходов к определению коэффициента лобового сопротивления в эксперименте на баллистической трассе и в аэродинамической трубе.
3. Аппаратура для высокоскоростной съемки. Экспозиция, освещение.  
Ответ должен содержать описание наиболее известных методов и приборов для фото/видео регистрации быстропротекающих процессов, их характерных особенностях.
4. Методы и средства измерения температуры  
Ответ должен содержать описание контактных и бесконтактных методов и средств измерения температуры потока в аэродинамических трубах, оптическая пирометрия, термоиндикаторные покрытия.
5. Методы измерений давлений  
Ответ должен содержать описание методов измерения статического и полного давления в потоке и на моделях с примерами регистрирующих приборов.
6. Методы измерения скоростей воздушного потока  
Ответ должен содержать описание методов измерения средних и мгновенных скоростей потока в аэродинамических трубах
7. Методы определения скорости быстро движущихся тел. Мгновенная и средняя скорость  
Ответ должен содержать описание бесконтактных и контактных методов измерения скорости тел на баллистических трассах.

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

#### **Информация о разработчиках**

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

Чупашев Андрей Владимирович, ассистент кафедры динамики полета ФТФ