

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

**Нестационарные режимы горения конденсированных систем**

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 инженерных 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 инженерных дисциплин и математические законы

РООПК-1.2 Умеет применять законы естественнонаучных и инженерных 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**

Элементы текущего контроля:

– реферат (РООПК-1.1, РООПК-1.2, РООПК-2.1, РООПК-2.2);

Темы рефератов формируются в рамках следующих тематик:

Классификация конденсированных систем. Классификация режимов горения конденсированных систем.

Стационарный и нестационарный режим горения конденсированных систем.

Феноменологическая теория нестационарного горения конденсированных систем.

Экспериментальные методы исследования нестационарной скорости горения.

Процессы гашения конденсированных систем.

Горение конденсированных систем в условиях обдувающего потока.

Неустойчивые режимы горения конденсированных систем.

Горение конденсированных систем в поле перегрузок.

Регулируемые РДТТ.

Современные подходы к моделированию нестационарного горения конденсированных систем.

Критерии оценивания:

Результаты выполнения реферативной работы определяются оценками «зачтено» и «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется, если все требования к написанию реферата выполнены: осуществлен выбор темы, сформулирована проблема, использовано не менее 10 источников для решения проблемы, раскрыта основная идея.

Оценка «не зачтено» выставляется, если одно и более требований к написанию реферата студентом не выполнено.

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

Зачет проводится в письменной форме. Билет содержит два теоретических вопроса и одну задачу. (РООПК-1.1, РООПК-1.2, РООПК-2.1, РООПК-2.2)

Список теоретических вопросов по дисциплине:

1. Основные характеристики и классификация ТРТ
2. Профиль Михельсона
3. Основные допущения ZN-теории
4. Модель Беляева-Зельдовича
5. Вывод формулы Бори для стационарного давления в камере сгорания
6. Основные типы ТРТ
7. Классификация и законы стационарного горения ТРТ
8. ОЗВБ-метод измерения нестационарной скорости горения
9. Основные зоны в волне горения
10. Классификация переходных процессов в РДТТ
11. Основные методы измерения стационарной скорости горения ТРТ
12. Параметр Победоносцева
13. Эрозионное горение
14. Горение в поле перегрузок
15. Способы измерения стационарной скорости горения ТРТ
16. Низкочастотная неустойчивость РДТТ
17. Акустическая проводимость поверхности горения
18. Смесевые ТРТ
19. Методы измерения нестационарной скорости горения
20. Классификация переходных процессов в РДТТ
21. Эмпирические законы стационарного горения ТРТ
22. Смесевые ТРТ
23. Выражение скорости горения через градиент температуры
24. Дифференциальные уравнения тепло-и массообмена.
25. Параметр Виллюнова.
26. Экспериментальное исследование эрозионного горения
27. Метод измерения акустической проводимости поверхности горения

Примеры задач по дисциплине:

Задача 1. С помощью формулы Бори получить аналитическое выражение для расчета диаметра критического сечения сопла модельного РДТТ по заданным значениям давления в камере сгорания и баллистических характеристик твердого топлива (порох Н).

Задача 2. С помощью уравнения энергии  $\frac{dE}{dt} = Q_+$  (E – внутренняя энергия,  $Q_+$  – приход энергии от горящего топлива) получить аналитическое выражение для зависимости давления от времени  $p(t)$  в бомбе заданного постоянного объема W (бомба Вьеля). В бомбе горит заряд твердого топлива с заданной постоянной поверхностью горения S и с заданными законом скорости горения  $u = u_1 \left( \frac{P}{P_1} \right)^v$  и с заданными значениями баллистических характеристик твердого топлива (порох Н).

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

Критерии оценивания:

Оценка «зачтено» выставляется, если студентом дан правильный, развернутый ответ или содержатся незначительные фактические ошибки на один из теоретических вопросов и решена полностью или обозначен верный путь решения приведенной в билете задачи.

Оценка «не зачтено» 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. Основные характеристики и классификация ТРТ
2. Формула Бори
3. Классификация и законы стационарного горения ТРТ
4. Основные зоны в волне горения
5. Основные методы измерения стационарной скорости горения ТРТ
6. Эрозионное горение
7. Способы измерения нестационарной скорости горения ТРТ
8. Акустическая проводимость поверхности горения
9. Дифференциальные уравнения тепло-и массообмена.

Критерии оценивания: правильный, развернутый ответ или содержащий незначительные фактические ошибки на один вопрос из списка.

#### **Информация о разработчиках**

Порязов Василий Андреевич, к.ф.-м.н., доцент кафедры математической физики ФТФ НИ ТГУ.