

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 / специальности

**24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика**

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:

**Баллистика и гидроаэродинамика**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Инженер, инженер-разработчик**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Е.И. Борзенко

К.С. Рогаев

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-8 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий, обрабатывать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач

ПК-1 Способен проводить сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний

ПК-2 Способен проводить наблюдения и измерения, составлять их описания и формулировать выводы

ПК-3 Математическое описание объектов исследования – разработка алгоритмов

БК-1 Способен применять общие и специализированные компьютерные программы при решении задач профессиональной деятельности

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОБК-1.1 Знает правила и принципы применения общих и специализированных компьютерных программ для решения задач профессиональной деятельности

РОБК-1.2 Умеет применять современные ИТ-технологии для сбора, анализа и представления информации; использовать в профессиональной деятельности общие и специализированные компьютерные программы

РООПК-8.1 Знает методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации

РООПК-8.2 Умеет решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации

РОПК-1.1 Знает методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации.

РОПК-1.2 Умеет применять методы анализа научно технической информации.

РОПК-2.1 Знает цели и задачи проводимых исследований и разработок

РОПК-2.2 Умеет применять методы проведения экспериментов

РОПК-3.1 Знает основы информационных технологий в области информационно телекоммуникационной сети «Интернет»

РОПК-3.2 Умеет применять фундаментальные научные знания в качестве основы инженерной деятельности

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

Элементы текущего контроля:

– реферат;

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.

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 Вилунова.
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:

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.