

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

Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Декан

 Ю.Н. РЫЖИХ

 20 23 г.

Рабочая программа дисциплины

**Теория нелинейных динамических систем**

по направлению подготовки

**15.04.03 Прикладная механика**

Направленность (профиль) подготовки :

**Компьютерный инжиниринг конструкций, биомеханических систем и материалов**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

Год приема

**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.03

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

 В.А. Скрипняк

Руководитель ОПОП

 Е.С. Марченко

Председатель УМК

 В.А. Скрипняк

Томск – 2023

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ПК-2 – Способен самостоятельно выполнять научные исследования в области прикладной механики, решать сложные научно-технические задачи, которые для своего изучения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, применения программных систем мультидисциплинарного анализа (САЕ-систем мирового уровня);

– ПК-4 – Способен применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК 2.1 Знать: математические и компьютерные модели, программные системы мультидисциплинарного анализа (САЕ-системы мирового уровня), используемые для решения поставленных научно-технических задач.

ИПК 2.2 Уметь самостоятельно выполнять научные исследования в области прикладной механики, решать сложные научно-технические задачи, которые для своего изучения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, применения программных систем мультидисциплинарного анализа (САЕ-систем мирового уровня).

ИПК 2.3 Владеть навыками самостоятельного выполнения научных исследований в области прикладной механики, решения сложных научно-технических задач.

ИПК 4.1 Знать физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования, применяемые в процессе профессиональной деятельности.

ИПК 4.2 Уметь применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности.

ИПК 4.3 Владеть навыками применения физико-математического аппарата, теоретических, расчетных и экспериментальных методов исследования, методов математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности.

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

Элементы текущего контроля:

–индивидуальные задания.

Пример индивидуального задания (ИПК – 2.2., ИПК – 2.3., ИПК– 4.2., ИПК– 4.3.)

Подготовить презентацию и доклад на тему «Фундаментальные законы эволюции нелинейных динамических систем на примере модели роста населения Земли». В работе кратко изложить традиционные демографические подходы к прогнозу численности населения. Изложить модель роста населения Земли С.П. Капицы, основанную на идеях нелинейной динамики. Осветить на вопрос как модель отражает фундаментальные законы эволюции нелинейных динамических систем, связать эти идеи с задачами темы НИР, которой Вы занимаетесь или занимались при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ. Это могут быть статьи в журналах, в Интернете и т.п. с обязательной ссылкой на первоисточник в списке литературы.

Критерии оценивания:

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если:

- содержание темы индивидуального задания полностью раскрыто, ответы на вопросы индивидуального задания не содержат ошибочных элементов и утверждений.
- в индивидуальном задании упущены отдельные принципиальные элементы или допущены принципиальные ошибки и неточности.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если:

- в индивидуальном задании не раскрыто несколько принципиально важных элементов.
- в индивидуальном задании допущено несколько принципиальных ошибок.
- нет ответа на вопросы индивидуального задания или содержание ответов на вопросы индивидуального задания не имеют к нему никакого отношения.

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

Итоговый контроль знаний студентов осуществляется в виде письменного ответа на предлагаемые вопросы.

Примеры вопросов для итоговой аттестации (ИПК – 2.1., ИПК – 4.1.):

1. Понятие динамической системы.
2. Перечислить основные характерные черты эволюционных сценариев любых динамических систем.
3. Роль нелинейности в эволюционном процессе.
4. Идея И. Пригожина «порядок из хаоса».
5. Общее понятие самоорганизации (понятие самоорганизации по Г. Хакину).
6. Ячейки Бинара и реакции Белоусова-Жаботинского как примеры самоорганизации.
7. Роль информации в эволюционном процессе. Примеры эволюционного обмена в физических и природных процессах.
8. Информационный обмен в процессах эволюции НДС нагружаемых твердых тел.
9. Динамика Ферхюльста.
10. Открытие динамического хаоса. Уравнения Э. Лоренца.
11. Качественные признаки хаоса.
12. Количественные меры хаоса.
13. Понятие фрактала. Канторова пыль, снежинка Коха, ковры Серпинского, дерево Пифагора.
14. Геометрия природы Б. Мандельброта.
15. Понятие фрактальной размерности.
16. Размерность Хаусдорфа-Безиковича.
17. Понятие аттрактора. Атрактор Э. Лоренца.
18. Универсальный принцип фрактальной делимости твердых тел.
19. Уравнения математической теории эволюции нагружаемых твердых тел.
20. Роль положительных и отрицательных обратных связей в эволюционном процессе.
21. Отрицательная и положительная обратные связи в процессах эволюции НДС нагружаемых твердых тел.
22. Понятие ударной волны.
23. Ударная диабата (определение и уравнения).
24. Понятие произвольного разрыва. Соотношения Ренкина-Гюгонио.
25. Общее понятие солитона. Уравнение Шрёдингера и Кортевега-ДеФриса.

Критерии оценивания:

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если:

- содержание вопросов полностью раскрыто, ответы не содержат ошибочных элементов и утверждений.

– в ответах упущены отдельные непринципиальные элементы или допущены непринципиальные ошибки и неточности.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если:

– в ответах не раскрыто несколько принципиально важных элементов вопроса.

– в ответах допущено несколько принципиальных ошибок.

– нет ответов на вопросы или содержание ответов не имеет отношения к поставленному вопросу.

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

Теоретические вопросы:

1. Понятие динамической системы.

2. Роль нелинейности в эволюционном процессе.

3. Общее понятие самоорганизации).

4. Информационный обмен в процессах эволюции НДС нагружаемых твердых тел.

5. Качественные признаки хаоса.

6. Количественные меры хаоса.

7. Понятие фрактала. Канторова пыль, снежинка Коха, ковры Серпинского, дерево Пифагора.

8. Понятие фрактальной размерности.

9. Роль положительных и отрицательных обратных связей в эволюционном процессе.

10. Отрицательная и положительная обратные связи в процессах эволюции НДС нагружаемых твердых тел.

11. Понятие ударной волны.

12. Ударная адиабата.

13. Понятие произвольного разрыва.

#### **Информация о разработчиках**

Макаров Павел Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры прочности и проектирования физико-технического факультета.