

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

Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Декан

Ю.Н. Рыжих

« 06 » 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

**Методы граничных элементов**

по направлению подготовки

**16.03.01 Техническая физика**

Направленность (профиль) подготовки :

**Компьютерное моделирование в инженерной теплофизике и аэрогидродинамике**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.10.02

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

 Э.Р. Шрагин

Руководитель ОПОП

 А.В. Шваб

Председатель УМК

 В.А. Скрипняк

Томск – 2022

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 – Знать современные методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения профессиональных задач в различных областях технической физики;
- ПК-3 – Способен выполнять фундаментальные и прикладные работы поискового, теоретического и экспериментального характера при разработке новых материалов, технологий и устройств.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.1 Знать современные методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения профессиональных задач в различных областях технической физики.

ИОПК-2.2 Уметь использовать методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для моделирования процессов в различных областях технической физики.

ИОПК-2.3 Владеть методами математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики используемых для решения профессиональных задач в различных областях технической физики.

ИПК-3.1 Знает фундаментальные законы в области теплофизики и механики сплошных сред.

ИПК-3.2 Умеет проводить компьютерный эксперимент в области теплофизики и аэрогидродинамики.

ИПК-3.3 Умеет оформлять презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненных исследований.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Знать: основные термины, определения, понятия, необходимые для изучения теоретического материала, классификацию задач механики сплошной среды, основные условия корректной постановки задач и основные этапы их решения, метод функций Грина (влияния) для решения задач теории потенциала и гидроаэродинамики, теоретические основы проведения гидроаэродинамических расчетов при проектировании конструкций, **уметь**: осуществлять переход от дифференциальных уравнений в частных производных к гранично-интегральным уравнениям для различных задач механики сплошной среды, проводить разбиение границы области течения на граничные элементы и аппроксимировать гранично-интегральные уравнения, составлять системы линейных алгебраических уравнений в соответствии со спецификой задачи,

- Освоить методы: построения гранично-элементных методик решения задач гидроаэродинамики, методами численной реализации разработанных методик, методами интерпретации и анализа получаемых решений, методом вычислительного эксперимента

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Седьмой семестр, зачет с оценкой

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Физика», «Математика», «Теоретическая механика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Методы математической физики», «Приближенные вычисления», «Информатика», «Алгоритмические языки».

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 32 ч.

-практические занятия: 18 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Тема 1. Общие положения метода граничных элементов.

Тема 2. Непрямой и прямой методы граничных элементов для одномерных задач.

Тема 3. Двумерные потенциальные течения аэродинамики. Элементы теории потенциала.

Тема 4. Методы граничных элементов для решения плоских задач о потенциальных течениях.

Тема 5. Вывод соотношений непрямого и прямого методов граничных элементов для решения плоских задач о потенциальных течениях.

Тема 6. Плоские задачи гидродинамики вязкой жидкости.

Тема 7. Вывод соотношений непрямого и прямого методов граничных элементов для решения плоских задач гидродинамики вязкой жидкости.

Тема 8. Приемы построения алгоритма и программирования метода граничных элементов.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Зачет с оценкой в седьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит теоретический вопрос и две задачи. Продолжительность зачета 1,5 часа.

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

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

1. Баженов В.Г., Игумнов Л.А. Методы граничных интегральных уравнений и граничных элементов. - Физматлит, 2008. – 352 с.
2. Бенерджи П., Баттерфилд Р. Методы граничных элементов в прикладных науках. – М.: Мир, 1984. – 494 с., ил.
3. Бреббия К, Теллес Ж., Вроубел Л. Методы граничных элементов. – М.: Мир, 1987. – 524 с., ил.
4. Крауч С., Старфилд А. Методы граничных элементов в механике твердого тела. – М.: Мир, 1987. – 328 с, ил.

б) дополнительная литература:

- Шрагер Г.Р., Козлобродов А.Н., Якутенок В.А. Моделирование гидродинамических процессов в технологии переработки полимерных материалов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1999. – 230 с.
- Ладьженская А.О. Математические вопросы динамики вязкой несжимаемой жидкости. – М.: Наука, 1970. – 288 с.

### **13. Перечень информационных технологий**

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:  
нет.

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронный ресурс SPIE Digital Library: <http://www.spiedigitallibrary.org>

### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

### **15. Информация о разработчиках**

Миньков Леонид Леонидович, доктор физико-математических наук, профессор, кафедры математической физики, профессор