МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФТФ

_____ Э.Р. Шрагер

" ____ " _____ 2016 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)
Моделирование гидроаэродинамических процессов методом граничных
элементов

Направление подготовки
16.04.01- Техническая физика

Магистерская программа
Макрокинетика горения высокоэнергетических материалов

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Томск–2016

1. Код и наименование дисциплины (модуля)

16.04.01- Техническая физика. Моделирование гидроаэродинамических процессов методом граничных элементов.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного цикла ООП и является логическим продолжением и развитием математической физики и вычислительной математики.

3. Год/годы и семестр/семестры обучения.

Первый год обучения, 1-ый семестр

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть).

Для освоения дисциплины магистрант должен обладать знаниями и умениями, предусмотренными при освоении базовой (общепрофессиональной) части ООП, включая: знания: методов математического моделирования физических процессов, основ гидроаэродинамики, методов приближённых вычислений, теории интегральных уравнений, теории метода функций Грина. Умение формулировать краевые задачи математической физики в дифференциальной форме, ставить начальные и граничные условия, решать системы линейных алгебраических уравнений, вычислять определенные интегралы, в том числе их главные значения.

5. Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 зачетные единицы, 144 часа, из которых 34 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов – занятия лекционного типа, 16 часа – занятия семинарского типа) 110 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

6. Формат обучения

Лекционные и практические занятия с последующей сдачей зачета.

7. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

способностью критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-5).

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-5, I уровень	З (ПК-5) – I Знать теоретические основы проведения гидроаэродинамических расчетов при проектировании конструкций. У (ПК-5) – I Уметь составлять системы линейных алгебраических уравнений в соответствии со спецификой задачи. В (ПК-5) – I Владеть методами интерпретации и анализа получаемых решений, методом вычислительного эксперимента.
ПК-5, II уровень	З (ПК-5) – II Знать основные приемы программирования решения задач при помощи МГЭ, У (ПК-5) – II Уметь программировать прямой и непрямой варианты МГЭ для решения краевых задач для уравнений Лапласа и Стокса, В (ПК-5) – II Владеть способностью критически анализировать

	современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты..
--	--

8. Содержание дисциплины (модуля) и структура учебных видов деятельности

Наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Занятия семинарского типа	
Общие положения метода граничных элементов	12	2	2	8
Непрямой и прямой методы граничных элементов для одномерных задач	12	2	2	8
Двумерные потенциальные течения аэродинамики. Элементы теории потенциала	12	2	2	8
Методы граничных элементов для решения плоских задач о потенциальных течениях	12	2	2	8
Вывод соотношений непрямого и прямого методов граничных элементов для решения плоских задач о потенциальных течениях. Примеры решенных задач	16	4	2	10
Плоские задачи гидродинамики вязкой жидкости	12	2	2	8
Вывод соотношений непрямого и прямого методов граничных элементов для решения плоских задач гидродинамики вязкой жидкости. Примеры решенных задач	12	2	2	8
Приемы построения алгоритма и программирования метода граничных элементов	20	2	2	16
Промежуточная аттестация (экзамен)	36			36
Итого	144	18	16	110

9. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю).

Внеаудиторная работа студентов предполагает все виды работы (сбор и анализ информации, подготовка сообщений, работа с литературой по курсу, с конспектами лекций, индивидуальная самостоятельная работа студентов и работа с преподавателем).

10. Форма промежуточной аттестации и фонд оценочных средств, включающий:

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина (модуль), и их карты. способностью критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-5);

КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

КОМПЕТЕНЦИЯ: ПК-5. Способностью критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

– профессиональная компетенция выпускника образовательной программы по направлению подготовки высшего образования Техническая физика, уровень ВО Магистратура

Для освоения компетенции обучающийся должен знать теорию обыкновенных дифференциальных уравнений, методы математической физики, численные методы решения задач тепло- и массопереноса, процессы теплопередачи в технических устройствах, методы параллельных вычислений, пакеты прикладных программ

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Уровень освоения компетенции*	Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
ПК-5, I уровень	В (ПК-5) – I. Владеть методами интерпретации и анализа получаемых решений, методом вычислительного эксперимента.	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков	В целом успешное, но не систематическое применение навыков	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применения навыков	Успешное и систематическое применение навыков
	У (ПК-5) – I. Уметь составлять системы линейных алгебраических уравнений в соответствии со спецификой задачи.	Отсутствие умений	Частично освоенное умение	В целом успешно, но не систематическое	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы	Сформированное умение
	З (ПК-5) – I. Знать теоретические основы проведения гидроаэродинамических расчетов при проектировании конструкций.	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания

Уровень освоения компетенции*	Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
ПК-5, II уровень	В (ПК-5) – II Владеть способностью критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты.	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков	В целом успешное, но не систематическое применение навыков	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применения навыков	Успешное и систематическое применение навыков
	У (ПК-5) – II Уметь программировать прямой и не прямой варианты МГЭ для решения краевых задач для уравнений Лапласа и Стокса.	Отсутствие умений	Частично освоенное умение	В целом успешно, но не систематическое	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы	Сформированное умение
	З (ПК-5) – II Знать основные приемы программирования решения задач при помощи МГЭ.	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций
- Решение задач в рамках индивидуальных заданий по разделам курса; сбор информации для сообщений, докладов, рефератов, эссе.

Индивидуальная работа № 1: Разработка методики решения методом граничных элементов смешанной краевой задачи о потенциальном течении.

Индивидуальная работа № 2: Разработка методики решения методом граничных элементов течения вязкой жидкости в элементе технологической оснастки.

Индивидуальная работа № 3: Разработка методики решения методом граничных элементов потенциального течения жидкости в зонально-однородной области.

Подготовка рефератов по предлагаемым темам:

Отчёт по индивидуальной работе № 1: Разработка методики решения методом граничных элементов смешанной краевой задачи о потенциальном течении.

Отчёт по индивидуальной работе № 2: Разработка методики решения методом граничных элементов течения вязкой жидкости в элементе технологической оснастки.

Отчёт по индивидуальной работе № 3: Разработка методики решения методом граничных элементов потенциального течения жидкости в зонально-однородной области.

Перечень вопросов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

1. Область применения метода граничных элементов. Сравнение особенностей метода граничных элементов с методами конечных разностей и конечных элементов.
 2. Классификация методов граничных элементов.
 3. Метод функций Грина.
 4. Суперпозиция решений.
 5. Фундаментальные решения одномерного уравнения Лапласа.
 6. Решение непрямым методом граничных элементов задачи о потенциальном течении в одномерном случае.
 7. Решение прямым методом граничных элементов задачи о потенциальном течении в одномерном случае.
 8. Дельта-функция Дирака.
 9. Различие непрямого и прямого методов граничных элементов.
 10. Двумерное уравнение Лапласа. Физическая трактовка.
 11. Фундаментальное решение уравнения Лапласа.
 12. Главное значение интеграла по Коши. Численный метод решения уравнений непрямого и прямого методов граничных элементов для потенциальных течений в плоском случае.
 13. Интегрирование фундаментальных решений уравнения Лапласа по постоянным и линейным элементам.
 14. Математическая постановка и граничные условия для задачи течения вязкой жидкости.
 15. Фундаментальное решение уравнений Навье-Стокса.
 16. Вторая формула Грина для уравнений Навье-Стокса.
 17. Вывод уравнений прямого метода граничных элементов для уравнений Навье-Стокса.
 18. Методика вычисления интегралов от фундаментальных решений уравнений Навье-Стокса по постоянным элементам.
 19. Структура типичной программы, реализующей метод граничных элементов.
- Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения.

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы.
 - а) основная литература:
 1. Баженов В.Г., Игумнов Л.А. Методы граничных интегральных уравнений и граничных элементов. - Физматлит, 2008. – 352 с.
 - а) дополнительная литература:
 1. 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.
 2. Ладыженская А.О. Математические вопросы динамики вязкой несжимаемой жидкости. – М.: Наука, 1970. – 288 с.
 3. Бенерджи П., Баттерфилд Р. Методы граничных элементов в прикладных науках. – М.: Мир, 1984. – 494 с.,
 4. Бреббия К, Теллес Ж., Вроубел Л. Методы граничных элементов. – М.: Мир, 1987. – 524 с.,
 5. Крауч С., Старфилд А. Методы граничных элементов в механике твердого тела. – М.: Мир, 1987. – 328 с.
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет.
 - <http://vuz.exponenta.ru>
 - <http://www.boundaryelements.com>
- Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости).

Научная библиотека НИ ТГУ
Сеть «Интернет»
- Описание материально-технической базы.

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий.
Для проведения самостоятельной работы студентами используются все виды фондов Научной библиотеки ТГУ, компьютерные классы физико-технического факультета с выходом на сеть Интернет.

12. Язык преподавания.

Русский

13. Преподаватель (преподаватели).

Автор (ы) Якутенок В.А., профессор ФТФ НИ ТГУ

Рецензент (ы) Крайнов А.Ю., профессор ФТФ НИ ТГУ

Программа одобрена на заседании Ученого совета физико-технического факультета ТГУ от 21 апреля 2016 года, протокол № 44.