

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан

Ю.Н. Рыжих
« 21 » 06 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

Основы вариационного исчисления

по направлению подготовки

16.03.01 Техническая физика

Направленность (профиль) подготовки :

Компьютерное моделирование в инженерной теплофизике и аэрогидродинамике

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

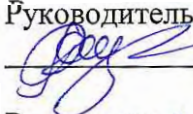
Год приема

2022

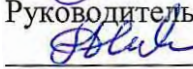
Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.10.01

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

 Э.Р. Шрагер

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 – Способен применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ход профессиональной деятельности;
- 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 постановку основных задач вариационного исчисления, вывод и смысл уравнений Эйлера и Остроградского, решение основных классических задач типа задачи о брахистохроне, связь краевых задач и их вариационных формулировок, понятие условного экстремума и условие трансверсальности, численные методы Эйлера, Рунге, Канторовича, а также метод Галеркина.

– Уметь формулировать вариационные постановки краевых задач, решать задачи, сводящиеся к основным видам уравнения Эйлера.

– Владеть математическим аппаратом вариационного исчисления и основными принципами его использования для решения задач математической физики.

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: Математика», «Физика», «Математическая физика» и требует знаний в определенных разделах математики и физики, а именно: основных сведений из курсов аналитической геометрии, линейной алгебры, математического анализа, обыкновенных дифференциальных уравнений, общей физики, математической физики.

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 (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Постановки задач. Уравнение Эйлера. Уравнение Остроградского. Примеры. Дифференциал. Экстремум функции. Постановка задач в вариационном исчислении. Понятие функционала и вариации. Основные леммы. Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера. Уравнение Остроградского

Тема 2. Вариационные задачи с фиксированными границами.

Тема 3. Частные случаи уравнения Эйлера и его первые интегралы. Решение задач о брахистохроне и минимальной поверхности вращения. Приложения уравнения Остроградского. Вариационные принципы механики.

Тема 4. Вариационные задачи с подвижными границами. Необходимое условие минимума функционалов в задачах со свободными границами. Общая форма первой вариации. Условие трансверсальности.

Тема 5. Численные методы. Методы Эйлера, Рунге, Канторовича и Галеркина. Основы метода конечных элементов.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий, выполнения элементов курса в образовательной электронной среде, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет проводится в устной форме по билетам. Билет содержит теоретический вопрос и одну задачу. Продолжительность зачета 45 минут.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Дифференциал. Экстремум функции нескольких переменных.
2. Постановка задач в вариационном исчислении.
3. Понятие функционала и вариации.
4. Основные леммы вариационного исчисления.
5. Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера.
6. Случай нескольких переменных. Уравнение Остроградского.
7. Частные случаи уравнения Эйлера и его первые интегралы.
8. Решение задач о брахистохроне и минимальной поверхности вращения.
9. Приложения уравнения Остроградского.
10. Вариационные принципы механики.
11. Необходимое условие минимума функционалов в задачах со свободными границами.
12. Общая форма первой вариации.
13. Условие трансверсальности.
14. Методы Эйлера, Рунге, Канторовича и Галеркина.
15. Основы метода конечных элементов.

16. Понятие квадратичного функционала и его энергетический смысл.
17. Теорема о минимуме квадратичного функционала и ее следствия.
18. Краевые задачи и их вариационные формулировки. Примеры. Интеграл Дирихле.

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

Оценки «отлично» заслуживает обучающийся, показывающий всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания.

Оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, показывающий полное знание учебного материала, допустившим незначительные погрешности при выполняющий практические задания.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, показавший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии; допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении практических заданий.

Оценивание производится с учетом данных о посещаемости занятий, результатов выполнения контрольных работ, работы в электронной-образовательной среде.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22350>

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

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Краснов М. Л. Вариационное исчисление : задачи и примеры с подробными решениями : [учебное пособие для студентов вузов] / М. Л. Краснов, Г. И. Макаренко, А. И. Киселев. - Изд. стер.. - Москва : ЛИБРОКОМ, 2020. - 168 с.

2. Эльсгольц Л. Э. Вариационное исчисление : [учебник для физических и физико-математических факультетов университетов] / Л. Э. Эльсгольц. - Изд. стер.. - Москва : Издательство ЛКИ, 2014. - 205 с.

3. Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению / [В. К. Романко, Н. Х. Агаханов, В. В. Власов, Л. И. Коваленко] ; под ред. В. К. Романко. - 3-е изд.. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 218

4. Хеннер В. К. Обыкновенные дифференциальные уравнения, вариационное исчисление, основы специальных функций и интегральных уравнений / Хеннер В. К., Белозерова Т. С., Хеннер М. В.. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 320 с.

5. Гюнтер Н. М. Курс вариационного исчисления / Гюнтер Н. М.. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 320 с.. URL: <https://e.lanbook.com/book/167736>.

б) дополнительная литература:

1. Лаврентьев М.А., Люстерник Л.А., Курс вариационного исчисления. - М.-Л.: ОНТИ, 1938. – 192 с.

2. Шехтер Р. С. Вариационный метод в инженерных расчетах. –М.: Мир, 1971, 278 с.
3. Смирнов В.И. Курс высшей математики (т. 4). М.: Издательство «Наука», 1951. – 804 с.
4. Ректорис К. Вариационные методы в математической физике и технике. – М.: Мир, 1985. -589 с.

13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
 - Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
 - публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).
- б) информационные справочные системы:
 - Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
 - Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
 - ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
 - ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
 - Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
 - ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
 - ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

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.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Крайнов Алексей Юрьевич, д.ф.-м.н., заведующий кафедрой математической физики ФТФ ТГУ