

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

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан

Л. В.Гензе

Рабочая программа дисциплины

**Геометрические аспекты проектирования орбитальных рефлекторов**

по направлению подготовки

**01.04.01 Математика**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Фундаментальная математика**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2023, 2024**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
П.А.Крылов

Председатель УМК  
Е.А.Тарасов

Томск – 2023

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:  
УК -1 – Способность строить математическую модель технической конструкции.

ОПК-2 – Способность оценивать адекватность математической модели.

ПК-13 Способность самостоятельно решать исследовательские задачи в рамках реализации научного (научно-технического, инновационного) проекта.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИУК-1.1. Знает основные принципы построения математической модели.

ИОПК-1.1. Формулирует задачу моделирования, пользуется языком предметной области, обоснованно выбирает метод построения модели.

ИПК-1.1. Владеет навыками исследования, направленного на решение отдельных исследовательских задач.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Познакомить студентов с понятиями, идеями и методами геометрии, применяемыми в исследовании и проектировании конструкций орбитальных рефлекторов на уровне, позволяющем освоить материал курса «Геометрические аспекты проектирования орбитальных рефлекторов. Дополнительные главы».

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

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

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**

Семестр 1, зачет с оценкой.

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

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

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

– лекции: 16 ч.

– семинарские занятия: 0 ч.

-практические занятия: 16 ч.

– лабораторные работы: 10 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

Тема 1. Раздел 1. Вводный курс. Сведения по истории вопроса. Классификация орбитальных рефлекторов.

Сведения по истории орбитальных антенных комплексов. Принципы устройства орбитальных антенных комплексов. Классификация.

**Тема 2. Раздел 2. Задачи моделирования «в малом» и моделирования «в целом».**

Основные классы задач моделирования, обусловленных проектированием, изготовлением и эксплуатацией орбитальных рефлекторов. Особенности подходов к моделированию для различных классов задач.

**Тема 3. Раздел 3. Задача о раскрое сетеполотна для осесимметричного рефлектора. Обзор различных подходов.**

«Классическая» схема моделирования (Гряник и Ломан). Подход, основанный на учёте коэффициентов деформации сетеполотна.

**Тема 4. Раздел 4. Актуальность класса псевдоминимальных поверхностей. Теорема существования.**

Псевдоминимальная поверхность как инструмент моделирования ортотропных свойств упругого материала. Существование псевдоминимальной поверхности. Ширина соответствующего класса поверхностей.

**Тема 5. Раздел 5. Приближенная реализация псевдоминимальной поверхности аналитическими средствами.**

Задание псевдоминимальной поверхности дифференциальным уравнением в частных производных. Полиномиальное приближение псевдоминимальной поверхности.

**Тема 6. Раздел 6. Псевдоминимальные поверхности, допускающие аналитическое задание.**

Линейчатые псевдоминимальные поверхности. Псевдоминимальные поверхности вращения.

**Тема 7. Раздел 7. Офсетный рефлектор. Линии приближённо геодезические. Применение к раскрою.**

Свойства геодезических линий, существенные для раскрою. Способы приближённого задания геодезических.

**Тема 8. Раздел 8. Конечно-элементное моделирование поверхности деформированного сетеполотна.**

Общая схема конечно-элементной модели. Конечно-элементное приближение псевдоминимальной поверхности «в малом». Конечно-элементное приближение псевдоминимальной поверхности «в целом».

**9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

**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.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Вопрос 1. Охарактеризуйте подход Гряника и Ломана к моделированию отражающей поверхности рефлектора.
2. Вопрос 2. Принципиальное отличие офсетного рефлектора от осесимметричного.

Примеры задач:

Задача 1. Линейную программу оценки экстремалей отношения метрических тензоров параболоида и плоскости оформить процедурой.

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

Текущий контроль учитывает регулярность посещения занятий, участие в разработке программ и процедур во время занятия, аккуратность (и успешность) выполнения домашних заданий. При отменных результатах по всем трём критериям студент может рассчитывать на оценку «отлично» без зачёта. Наличие незначительных изъянов позволяет оценить его работу на «хорошо» - тоже без зачёта. Сколь-нибудь значительные недоработки исключают оценивание без формальной процедуры зачёта.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «IDo» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=6353>

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

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Галеев Э.М. Оптимизация. – М.: КомКнига, 2006. – 334 с.
2. Стренг Г., Фикс Дж. Теория метода конечных элементов . – М.: Мир, 1977. – 349 с.
3. Струченков В.И. Методы оптимизации в прикладных задачах. – М.: Солон-пресс, 2009 – 319 с.
4. Бухтяк М.С. Конечно-элементная модель псевдоминимальной поверхности// Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2017. № 49, С.5-14.
5. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. / О. Зенкевич. – М: Мир, 1975. – 541 с.

б) дополнительная литература:

1. Бухтяк М.С. Геометрическое моделирование деформации сетеполотна параболического рефлектора//Математическое моделирование. 2016. Т. 28. №1. С. 97-106.
2. Бухтяк М.С. Дефект отображения для деформированного лепестка сетеполотна. // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2016. №2(40). С. 5-17.
3. Бухтяк М.С. Линии на параболоиде, близкие к геодезическим. // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2015. №6(38). С. 5-17.
4. Бухтяк М.С. Раскрой сетеполотна для офсетного рефлектора. // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2016. №3(41). С. 5-19.
5. Бухтяк М.С. Обобщение минимальных поверхностей и моделирование формы конструкции из ортотропного материала // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2017. № 45, С.5-24.

6. Бухтяк М.С. Составная поверхность, близкая к псевдоминимальной. // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2017. № 46, С.5-13.
7. Бухтяк М.С., Соломина А.В. Геометрическое моделирование раскроя сетеполотна для осесимметричного рефлектора. Часть 1 // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2015. № 2(34), С.5-17.
8. Бухтяк М.С., Соломина А.В. Геометрическое моделирование раскроя сетеполотна для осесимметричного рефлектора. Часть 2 // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2015. № 4(36), С.5-14.
9. Бухтяк М.С., Соломина А.В. Об одном инварианте пары поверхностей применительно к раскрою сетеполотна // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2016. № 1(39), С. 13-24.
10. Попов Е.В. Метод натянутых сеток в задачах геометрического моделирования. Дисс. ... д.т.н. – Нижний Новгород, 2001. – 248 С.
11. Рытикова И.В. Разработка технологии формирования сложноконструктивных изделий из металлических трикотажных полотен технического назначения: дис. ... канд. технич. наук. Моск. гос. Текстильный университет, Москва, 2005.
12. Ящук А.А. Моделирование, алгоритмы и комплекс программ прогнозирования термомеханического поведения крупногабаритного зонтичного рефлектора: дисс. Канд. Физ.-мат. наук: 05.13.18 / Ящук Алексей Александрович. – Томск, 2005. – 125 С.

### **3. 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 OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook); система компьютерной алгебры Maple версия не ниже чем 8.
  - 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 смешанном формате («Актру»).

## **15. Информация о разработчиках**

Бухтяк Михаил Степанович, к.ф.-м.н., доцент кафедры геометрии.