

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

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан ММФ ТГУ  
Л. В. Гензе

Рабочая программа дисциплины

**Ср-теория**

по направлению подготовки

**01.03.01 Математика**

**02.03.01 Математика и компьютерные науки**

Направленность (профиль) подготовки :

**Основы научно-исследовательской деятельности в области математики  
Основы научно-исследовательской деятельности в области математики и  
компьютерных наук**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2023**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
Л.В.Гензе

Председатель УМК  
Е.А.Тарасов

Томск – 2023

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-4 Способен проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности.

ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские разработки по отдельным разделам выбранной темы.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 4.1 Проводит поиск и обработку научной и научно-технической информации, необходимой для решения исследовательских задач

ИОПК 4.2 Оценивает полученные результаты и формулирует выводы по итогам проведенных исследований

ИПК 1.1 Проводит работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

ИПК 1.2 Подготавливает планы и программы проведения отдельных этапов научно-исследовательской работы

ИПК 1.3 Проводит отдельные этапы научно-исследовательской работы

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Владеть понятийным аппаратом и уяснить ключевые факты  $C_p$ -теории.

– Подготовиться к научным исследованиям по  $C_p$ -теории.

## **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**

Седьмой семестр, зачет

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Теория множеств, Математический анализ, Топология, Дополнительные главы топологии.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

-практические занятия: 32 ч.

в том числе практическая подготовка: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

Тема 1. Топология поточечной сходимости на множестве непрерывных функций.

Тема 2. Оператор сужения, двойственное отображение, отображение вычисления.

Тема 3. Сопряжённое пространство, теорема Нагаты.

Тема 4. Основные связи кардинальных инвариантов  $X$  и  $C_p(X)$ .

Тема 5. Полнота по Чеху, свойство Бэра,  $\sigma$ -компактность  $C_p(X)$ .

Тема 6. Свойства  $C_p(X)$  родственные нормальности. Теорема Резниченко.

Тема 7. Теснота и число Линделёфа: теоремы Асанова и Архангельского – Пыткеева.

Тема 8. Совпадение Свойства Фреше–Урысона и  $k$ -свойства в пространствах  $C_p(X)$ .

Тема 9. Наследственные кардинальные инварианты.

Тема 10. Двойственность между монолитностью и устойчивостью.

Тема 11. «Супертопологические» свойства  $X$ : дискретность и  $\sigma$ -компактность.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем учёта посещаемости, заслушивания докладов студентов по избранным разделам курса (контроль ИОПК 4.1, 4.2), выдачи домашних заданий (контроль ИПК 1.1, 1.2, 1.3). Текущий контроль фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в седьмом семестре проводится в устной форме по билетам. Билет содержит один теоретический вопрос (ИОПК 4.1, 4.2).

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Отображение сужения и его свойства;
2. Двойственное отображение и его свойства;
3. Отображение вычисления и его свойства;
4. Характеризация мощности и сетевого веса  $X$  свойствами пространства функций;
5. Характеризация плотности и  $i$ -веса  $X$  свойствами пространства функций;
6. Компактность и  $\sigma$ -компактность пространства функций;
7. Полнота по Чеху и свойство Бэра пространства функций;
8. Теснота и число Линделёфа  $X$  и его пространства функций;
9. Нормальность и коллективная нормальность пространства функций;
10. Счётная паракомпактность, наследственная и совершенная нормальность пространства функций;
11. Слабая функциональная теснота  $X$  и вещественная полнота пространства функций;
12. Супертопологические кардинальные инварианты;
13. Свойство Фреше – Урысона пространства функций;
14. Супертопологические свойства;
15. Секвенциальность и  $k$ -свойство пространства функций;
16. Монолитность и устойчивость  $X$  и пространства функций;
17. Свойства пространств, не сохраняемые отношением  $l$ -эквивалентности;
18. Метризуемость пространства функций;
19. Свойства, общие для  $X$  и пространства функций;
20. Свойства, общие для  $X$  и пространства функций на пространстве функций.

Примеры задач, используемых для домашних заданий при текущем контроле:

1. Докажите, что  $C_p(X)$  всюду плотно в  $\mathbb{R}^X$ ;
2. Докажите, что отображение сужения на всюду плотное подпространство взаимно однозначно;
3. Докажите, что отображение  $g_x : C_p(X) \rightarrow \mathbb{R}$ , заданное правилом  $g_x(\varphi) = \varphi(x)$  непрерывно;

4. Докажите, что соответствие  $x \rightarrow g_x$ , задаёт непрерывное отображение  $X$  в  $C_p C_p(X)$ ;
5. Докажите, что  $C_p(X)$  изоморфно произведению  $C_p(X \setminus \{x_0\}) \times \mathbb{R}$ ;
6. Имеет ли пространство  $C_p([0,1])$  счётную базу? Счётную сеть? Счётную тесноту? Сепарабельно ли оно? Ответы обоснуйте.

При неудовлетворительных результатах текущего контроля к теоретическому вопросу на зачёте добавляется задача.

Отметка «зачтено» ставится при удовлетворительных результатах текущего контроля, и если ответ на вопрос билета показывает осмысленное оперирование понятийным аппаратом и ключевыми фактами  $C_p$ -теории.

В противном случае выставляется отметка «не зачтено».

### 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - Курс: С<sub>p</sub>-теория 4 курс (ММФ.Б.1 сем.) (tsu.ru)  
<https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=5293>

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

в) Настоящая РПД.

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

а) основная литература:

1. V.V. Tkachuk, A  $C_p$ -Theory Problem Book. Topological and Function Spaces. Springer, 2011.

2. V.V. Tkachuk, A  $C_p$ -Theory Problem Book. Special Features of Function Spaces. Springer, 2014.

б) дополнительная литература:

1. Архангельский А. В. Топологические пространства функций. М.: Изд-во МГУ, 1989.

2. Архангельский А. В., Пономарев В. И. Основы общей топологии в задачах и упражнениях. М.: Наука, 1974.

3. Энгелькинг Р. Общая топология. М.: Мир, 1986.

4. Gruenhage G. A note on D-spaces. Preprint.

в) ресурсы сети Интернет:

General Topology authors/titles recent submissions (arxiv.org)  
<https://arxiv.org/list/math.GN/recent>

### 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/>

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

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**

Лазарев Вадим Ремирович, канд. ф.-м. наук, кафедра математического анализа и теории функций, доцент.