

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ШБИП
Чайковский Д.В.

«26» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Функциональный анализ

Направление подготовки/специальность	01.03.02		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Прикладная математика и информатика		
Специализация	Применение математических методов для решения инженерных и экономических задач		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	III	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		60	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОМИ ШБИП
------------------------------	---------	------------------------------	----------

Заведующий кафедрой - руководитель Отделения Руководитель ООП Преподаватель		Трифонов А.Ю.
		Крицкий О.Л.
		Лисок А.Л.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Код результата освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Р3	УК(У)-1.В15	Владеет методами анализа, опытом исследования и решения поставленной задачи
			УК(У)-1.У15	Умеет анализировать и выделять базовые составляющие поставленной задачи
			УК(У)-1.315	Знает методы и принципы подхода к решению поставленной задачи
ОПК(У)-2	Способен использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости модели	Р7	ОПК(У)-2.В9	Владеет навыками письменной и устной коммуникации на математическом языке
			ОПК(У)-2.У9	Умеет грамотно пользоваться языком предметной области, строго доказать утверждение, формулировать результат
			ОПК(У)-2.39	Знает общенаучные базовые знания по функциональному анализу, интегральным уравнениям и интегральным преобразованиям
ПК(У)-5	Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	Р6	ПК(У)-5-В.2	Владеет аппаратом функционального анализа и методами интегральных преобразований для постановки задач и осуществления математического моделирования различных объектов и явлений
			ПК(У)-5-У.2	Умеет применять аппарат функционального анализа и методы интегральных преобразований при решении прикладных задач в различных областях
			ПК(У)-5-3.2	Знает реальные границы применения аппарата функционального анализа

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина «Функциональный анализ» относится к базовой части Блока 1 учебного плана ООП по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика». Дисциплина необходима и обязательна для успешного освоения математических и технических дисциплин. Параллельно с данной дисциплиной могут изучаться дисциплины естественнонаучного цикла, профессионального цикла.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД-1	Владеет методами анализа, опытом исследования и решения поставленной задачи; Умеет анализировать и выделять базовые составляющие поставленной задачи; Знает методы и принципы подхода к решению поставленной задачи	УК(У)-1.B15, УК(У)-1.Y15, УК(У)-1.315
РД-2	Владеет навыками письменной и устной коммуникации на математическом языке; Умеет грамотно пользоваться языком предметной области, строго доказать утверждение, формулировать результат; Знает общенаучные базовые знания по функциональному анализу, интегральным уравнения и интегральным преобразованиям	ОПК(У)-2.B9, ОПК(У)-2.Y9, ОПК(У)-2.39
РД-3	Владеет аппаратом функционального анализа и методами интегральных преобразований для постановки задач и осуществления математического моделирования различных объектов и явлений; Умеет применять аппарат функционального анализа и методы интегральных преобразований при решении прикладных задач в различных областях; Знает реальные границы применения аппарата функционального анализа	ПК(У)-5-B.2, ПК(У)-5-Y.2, ПК(У)-5-3.2

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Элементы теории множеств.	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	12
Раздел 2. Линейные функциональные пространства	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	24
Раздел 3. Спектральная теория операторов	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	24

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Элементы теории множеств.

Темы лекций:

Лекция 1. Предмет и задачи курса функционального анализа. Понятие множества. Операции над множествами. Функция на множестве. Бинарные отношения. Аксиомы теории множеств. Лекция 2. Мощность множеств. Теорема Кантора—Бернштейна. Упорядоченность на множестве

Названия лабораторных работ:

Лабораторная работа 1. Общее понятие функции на множестве.

Лабораторная работа 2. Мощность множеств. Бинарные отношения

Темы практических занятий:

Практическое занятие 1. Операции над множествами. Бинарные отношения. Свойства бинарных отношений

Раздел 2. Линейные функциональные пространства

Темы лекций:

Лекция 3. Понятие топологического пространства. База топологии. Аксиомы счетности. Метрические пространства. Замечательные неравенства. Примеры метрических пространств. Множества в метрических пространствах.

Лекция 4. Сходимость в метрическом пространстве. Полные метрические пространства. Принцип вложенных шаров. Сепарабельные пространства. Топология метрического пространства. Метризуемость топологических пространств.

Лекция 5. Линейные нормированные пространства. Свойства конечномерных линейных пространств. Ряды в банаховых пространствах.

Лекция 6. Принцип сжимающих отображений. Примеры применения теоремы Банаха.

Лекция 7. Линейные операторы в линейных нормированных пространствах. Ограниченность и непрерывность операторов в нормированных пространствах. Принцип равномерной ограниченности. Теорема Банаха-Штейнгауза.

Лекция 8. Обратный оператор. Непрерывно обратимые операторы. Теорема Банаха об обратном операторе. Примеры нахождения обратных операторов.

Лекция 9. Гильбертово пространство. Проекции элементов в гильбертовых пространствах. Теорема о проекции.

Лекция 10. Операторы и функционалы в гильбертовых пространствах. Ряды Фурье в гильбертовых пространствах. Базисы в гильбертовых пространствах.

Лекция 11. Самосопряженный оператор в гильбертовом пространстве. Унитарные операторы. Проекционные операторы. Положительные операторы.

Названия лабораторных работ:

Лабораторная работа 3. Метрические пространства.

Лабораторная работа 4. Сходимость в метрическом пространстве.

Лабораторная работа 5. Компактные и вполне ограниченные множества. Построение конечных ε -сетей.

Лабораторная работа 6. Принцип сжимающих отображений.

Лабораторная работа 7. Ограниченность и непрерывность операторов в нормированных пространствах.

Лабораторная работа 8. Обратный оператор.

Лабораторная работа 9. Проекции элементов в гильбертовых пространствах.

Лабораторная работа 10. Ряды Фурье по ОНС.

Лабораторная работа 11. Самосопряженный оператор в гильбертовом пространстве и его свойства.

Темы практических занятий:

Практическое занятие 2. Топологические и метрические пространства. Аксиомы метрики и

топологии.

Практическое занятие 3. Нормированные и компактные пространства.

Практическое занятие 4. Свойства операторов в нормированных пространствах. Вычисление норм операторов.

Практическое занятие 5. Операторы в гильбертовом пространстве. Практическое занятие 6. Самосопряженный оператор в гильбертовом пространстве и его свойства.

Раздел 3. Спектральная теория операторов

Темы лекций:

Лекция 12. График оператора. Резольвентное множество и спектр линейного оператора.

Лекция 13. Элементы теории интегральных уравнений.

Лекция 14. Фредгольмовы операторы. Спектры вполне непрерывных и самосопряженных операторов.

Лекция 15. Унитарные операторы. Проекционные операторы. Положительные операторы. Неравенства с операторами.

Лекция 16. Линейные уравнения в банаховых пространствах. Биортогональные системы. Теоремы Фредгольма. Альтернатива Фредгольма.

Названия лабораторных работ:

Лабораторная работа 12. Спектры линейных операторов.

Лабораторная работа 13. Методы решения интегральных уравнений.

Лабораторная работа 14. Спектры вполне непрерывных и самосопряженных операторов.

Лабораторная работа 15. Свойства унитарных, проекционных и положительных операторов.

Лабораторная работа 16. Применение теорем Фредгольма.

Темы практических занятий:

Практическое занятие 7. Интегральные уравнения Фредгольма и Вольтерра.

Практическое занятие 8. Линейные уравнения в банаховых пространствах.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Исследовательская работа и участие в научных конференциях, семинарах и студенческих олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Колмогоров, Андрей Николаевич. Элементы теории функций и функционального анализа / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. — 7-е изд. — Москва: Физматлит, 2006. — 572 с. : ил. — Текст : непосредственный. — **19 экз.**

2. Филимоненкова, Н.В. Конспект лекций по функциональному анализу : учебное пособие / Н.В. Филимоненкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 176 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64343>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Филимоненкова, Н.В. Сборник задач по функциональному анализу : учебное пособие / Н.В. Филимоненкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 240 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65041>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Леонтьева, Т. А.. Задачи по теории функций и функциональному анализу с решениями : учебное пособие / Т. А. Леонтьева, А. В. Домрина. — Москва: Инфра-М, 2014. — 164 с.: ил. — Текст : непосредственный. — **5 экз.**

2. Павлов, Е.А. Основы функционального анализа : учебное пособие / Е.А. Павлов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 88 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116362> (дата обращения: 19.02.2017). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. <https://www.mccme.ru/> - Московский центр непрерывного математического образования
 2. <http://www.mathnet.ru/> - общероссийский математический портал
 3. <https://www.youtube.com/user/SteklovMathInstitute> - видеотека математического института имени В.А. Стеклова
 4. <http://poiskknig.ru> – электронная библиотека учебников Мех-Мата МГУ, Москва
 5. <http://www.lib.mexmat.ru> – электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета
 6. <http://onlinelibrary.wiley.com> - научные журналы издательства Wiley&Sons
- <http://www.sciencedirect.com/> - научные журналы издательства

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики ООП ТПУ по направлению 01.03.02 «Прикладная математики и информатика» профиля «Прикладная математика в инженерии» (приема 2017 г., очная форма обучения).

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для лекционных, практических и лабораторных занятий:

Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, учебный корпус 10, аудитория 421	Комплект оборудования для проведения лекционных и практических занятий по основным разделам Математики (Математика 1, Математика 2, Математика 3, Математика 4.3, Дифференциальные уравнения, Теория вероятностей, Математическая статистика, Алгебра и геометрия, Функциональный анализ и др.), курсов вариативной части (Страхование и актуарные расчеты, Численные методы, Многомерные статистические методы, Теория случайных процессов и др.): – Доска аудиторная настенная - 2 шт.; – Комплект учебной мебели на 80 посадочных мест; – Компьютер - 1 шт.; – Проектор - 1 шт.;
---	---

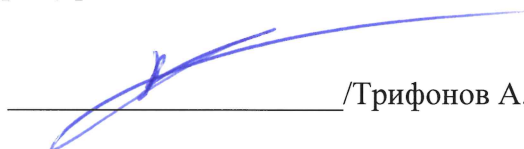
	– Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement; – Visual C++ Redistributable Package; – Mozilla Public License 2.0; – K-Lite Codec Pack; – GNU Lesser General Public License 3; – GNU Affero General Public License 3; – Far Manager; – Chrome; – Berkeley Software Distribution License 2-Clause.
Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, учебный корпус 10, аудитория 427-А	Комплект оборудования для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий по основным разделам Математики (Дифференциальные уравнения, Теория вероятностей, Математическая статистика, Алгебра и геометрия, Функциональный анализ и др.), курсов вариативной части (Страхование и актуарные расчеты, Численные методы, Многомерные статистические методы, Теория случайных процессов и др.) и программированию: – Доска аудиторная настенная - 1 шт.; – Шкаф для одежды - 1 шт.; – Шкаф для документов - 1 шт.; – Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест; – Компьютер - 11 шт.; – Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement; – Visual C++ Redistributable Package; – Mozilla Public License 2.0; – GNU Lesser General Public License 3; – GNU Affero General Public License 3; – Chrome; – Berkeley Software Distribution License 2-Clause.

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭФ ИЯТШ		Крицкий Олег Леонидович
Доцент ОЭФ ИЯТШ		Лисок Александр Леонидович
Ст. преподаватель ОЭФ ИЯТШ		Бельснер Ольга Александровна

Программа одобрена на заседании кафедры (протокол № 204 от «26» июня 2017 г.)

Зав.кафедрой – руководитель отделения
д.ф.-м.н., профессор

 /Трифонов А.Ю./