

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИИШИТР

Д.М. Сонькин

« 01 » сентября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Прикладной функциональный анализ			
Направление подготовки/ специальность	01.03.02 Прикладная математика и информатика		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Прикладная математика и информатика		
Специализация	Компьютерное моделирование		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	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	зачет	Обеспечивающее подразделение	ОИТ ИИШИТР
Заведующий кафедрой - руководитель ОИТ на правах кафедры Руководитель ООП			Шерстнев В.С.
			Шевелев Г.Е.
	Преподаватель		Коваль Т.В.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Прикладной функциональный анализ	5	УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	P3	УК(У)-1.B15	Владеет методами анализа, опытом исследования и решения поставленной задачи
					УК(У)-1.Y15	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	P7	ОПК(У)-2.B9	Владеет навыками письменной и устной коммуникации на математическом языке
					ОПК(У)-2.Y9	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	P6	ПК(У)-5.B.2	Владеет аппаратом функционального анализа и методами интегральных преобразований для постановки задач и осуществления математического моделирования различных объектов и явлений
					ПК(У)-5.Y.2	Умеет применять аппарат функционального анализа и методы интегральных преобразований при решении прикладных задач в различных областях

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ информации, применять системный подход для решения поставленных задач	И.УК(У)-1.1	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	УК(У)-1.1B1	Владеет опытом применения законов естественных наук и математических методов и моделей для решения задач теоретического и прикладного характера
				УК(У)-1.Y1	Умеет решать задачи теоретического и прикладного характера

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
				УК(У)-1.31	Знает законы естественных наук и математические методы теоретического характера
		И.УК(У)-1.2	Осуществляет поиск, выделяет и ранжирует информацию на основе системного подхода и методов познания для решения задач по различным типам запросов	УК(У)-1.2В1	Владеет репродуктивными методами познавательной деятельности и мыслительными операциями для решения задач естественнонаучных дисциплин
				УК(У)-1.2У1	Умеет обобщать усваиваемые знания естественных наук категориями системного анализа и подхода и мыслительными операциями анализа, синтеза, сравнения и оценки
				УК(У)-1.2З1	Знает репродуктивные методы познавательной деятельности, признаки системного подхода и системного анализа
		И.УК(У)-1.3	Обосновывает выводы, интерпретации и оценки о научных исследованиях, публикациях и т.д. на основе критериев и базовых методов аргументации	УК(У)-1.3В1	Владеет философским категориальным аппаратом и применяет его для аргументации сделанных выводов
				УК(У)-1.3У1	Умеет сопоставлять различные тексты, используя критерии научного исследования
				УК(У)-1.31	Знает методы и критерии научного исследования, базовые методы теории аргументации, базовые философские понятия

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
---	-----------

Код	Наименование	достижения компетенции
РД1	знать основные понятия и определения функционального анализа	И.УК(У)-1.1, И.УК(У)-1.2, И.УК(У)-1.3
РД2	знать основные свойства операторов в банаховых и гильбертовых пространствах;	И.УК(У)-1.1, И.УК(У)-1.2, И.УК(У)-1.3
РД3	владеть навыками решения основных задач функционального анализа	И.УК(У)-1.1, И.УК(У)-1.2, И.УК(У)-1.3
РД4	уметь формулировать и доказывать основные утверждения функционального анализа	И.УК(У)-1.1, И.УК(У)-1.2, И.УК(У)-1.3
РД5	уметь применять утверждения функционального анализа при исследовании на разрешимость различных классов операторных уравнений	И.УК(У)-1.1, И.УК(У)-1.2, И.УК(У)-1.3

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.	РД1 – РД5	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел 2. Линейные функциональные пространства	РД1 – РД5	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	20
Раздел 3. Спектральная теория операторов	РД1 – РД5	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	20

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. Мощность множеств. Теорема Кантора—Бернштейна. Упорядоченность на множестве

Названия лабораторных работ:

Лабораторная работа 1. Общее понятие функции на множестве. 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 2. Понятие топологического пространства. База топологии. Аксиомы счетности. Метрические пространства. Замечательные неравенства. Примеры метрических пространств. Множества в метрических пространствах. Сходимость в метрическом пространстве. Полные метрические пространства. Принцип вложенных шаров. Сепарабельные пространства. Топология метрического пространства. Метризуемость топологических пространств.

Лекция 3. Линейные нормированные пространства. Свойства конечномерных линейных пространств. Ряды в банаховых пространствах. Принцип сжимающих отображений. Примеры применения теоремы Банаха.

Лекция 4. Линейные операторы в линейных нормированных пространствах. Ограниченность и непрерывность операторов в нормированных пространствах. Принцип равномерной ограниченности. Теорема Банаха-Штейнгауза. Обратный оператор. Непрерывно обратимые операторы. Теорема Банаха об обратном операторе. Примеры нахождения обратных операторов.

Лекция 5. Гильбертово пространство. Проекции элементов в гильбертовых пространствах. Теорема о проекции. Операторы и функционалы в гильбертовых пространствах. Ряды Фурье в гильбертовых пространствах. Базисы в гильбертовых пространствах. Самосопряженный оператор в гильбертовом пространстве. Унитарные операторы. Проекционные операторы. Положительные операторы.

Названия лабораторных работ:

Лабораторная работа 2. Метрические пространства. Сходимость в метрическом пространстве.

Лабораторная работа 3. Компактные и вполне ограниченные множества. Построение конечных ε -сетей. Принцип сжимающих отображений.

Лабораторная работа 4. Ограниченность и непрерывность операторов в нормированных пространствах. Обратный оператор.

Лабораторная работа 5. Проекции элементов в гильбертовых пространствах. Ряды Фурье по ОНС.

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 6. График оператора. Резольвентное множество и спектр линейного оператора. Элементы теории интегральных уравнений.

Лекция 7. Фредгольмовы операторы. Спектры вполне непрерывных и самосопряженных

операторов. Унитарные операторы. Проекционные операторы. Положительные операторы. Неравенства с операторами.

Лекция 8 Линейные уравнения в банаховых пространствах. Биортогональные системы. Теоремы Фредгольма. Альтернатива Фредгольма.

Названия лабораторных работ:

Лабораторная работа 6. Спектры линейных операторов. Методы решения интегральных уравнений.

Лабораторная работа 7. Спектры вполне непрерывных и самосопряженных операторов.

Лабораторная работа 8. Свойства унитарных, проекционных и положительных операторов. 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. 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.

2. 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.

3. Люстерник, Л. А. Краткий курс функционального анализа : учебное пособие / Л. А. Люстерник, В. И. Соболев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-0976-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/245> (дата обращения: 06.12.2020). — 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.

3. Власова, Е. А. Элементы функционального анализа : учебное пособие / Е. А. Власова, И. К. Марчевский. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1958-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/67481> (дата обращения: 06.12.2020). — 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

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

Лицензионные версии программ на сервере программного обеспечения ТПУ vap.tpu.ru (<https://appserver01.main.tpu.ru/RDWeb/Pages/en-US/Default.aspx>)

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:

<p>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</p>	<p>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.):</p> <ul style="list-style-type: none">– Доска аудиторная настенная - 2 шт.;– Комплект учебной мебели на 80 посадочных мест;– Компьютер - 1 шт.;
---	--

	<ul style="list-style-type: none"> - 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.
<p>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</p>	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.

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

Разработчик(и):

Должность		ФИО
Профессор ОИТ ИШИТР		Коваль Т.В.

Программа одобрена на заседании кафедры Программной инженерии (протокол № 49 от «26» мая 2017 г.).

Заведующий кафедрой - руководитель ОИТ

на правах кафедры, к.т.н., доцент



/Шерстнев В.С./

Лист изменений рабочей программы дисциплины

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании отделения (протокол)