

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по направлению подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Функциональный анализ

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль): Математическое моделирование и системный анализ

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ
(МИИТ)

ID подписи: 1343395

Подписал: И.о. заведующего кафедрой Тищенко Сергей
Александрович

Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения дисциплины (модуля) является:

- получение знаний, приобретение навыков решения задач функционального анализа и формирование умений и навыков, необходимых для практического применения методов и моделей функционального анализа в исследовательской и профессиональной деятельности.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- освоение основных понятий функционального анализа, знакомство с основами современной теории меры, функциональных пространств и операторов;
- освоение приемов решения типовых задач функционального анализа;
- формирование умения строить теоретические и прикладные модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты;
- обучение студента практическому применению понятий и моделей функционального анализа.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-4 - Уметь ставить цели создания системы, разрабатывать концепцию системы и требования к ней, выполнять декомпозицию требований к системе.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

основные понятия теории множеств;

- основные понятия теории меры;
- основные свойства функциональных пространств,
- свойства линейных функционалов и линейных операторов.

Владеть:

- навыками построения моделей с использованием понятий функционального анализа;
- навыками анализа свойств объектов функционального анализа, применяемых в прикладных задачах;
- навыками решения задач вычислительного и теоретического характера в области функционального анализа.

Уметь:

- использовать понятия и концепции функционального анализа;
- логически выстраивать обоснование основных теоретических результатов, анализировать и оценивать различные методы решения задач;
- решать прикладные задачи с использованием методов функционального анализа.
- устанавливать взаимосвязи между содержанием курса функционального анализа и смежных математических дисциплин

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №6
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 60 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Понятие метрического пространства. Рассматриваемые вопросы: ? определение метрики; ? примеры метрических пространств функций $C[a,b]$, $L_p[a,b]$ и метрик в них; ? примеры метрических пространств векторов R^n , l_p и метрик в них.
2	Сходимость в метрических пространствах Рассматриваемые вопросы: ? понятие об открытых и замкнутых шарах в метрическом пространстве; ? понятие предела в метрическом пространстве, полные пространства; ? теорема о вложенных шарах и принцип сжимающих отображений.
3	Применения принципа сжимающих отображений (ПСО) Рассматриваемые вопросы: - решение алгебраического уравнения при помощи ПСО; - решение систем алгебраических уравнений на основе ПСО; - решение дифференциальных уравнений при помощи ПСО.
4	Понятие нормированных пространств. Рассматриваемые вопросы: ? определение нормы; ? примеры классических нормированных пространств и норм в них; ? понятие подпространства
5	Понятие евклидова пространства. Рассматриваемые вопросы: ? определение скалярного произведения; ? примеры классических евклидовых пространств и скалярных произведений в них; ? гильбертовы пространства
6	Основные теоремы об евклидовых пространствах Рассматриваемые вопросы: ? теорема об ортогонализации; ? неравенство Бесселя и ортонормированные системы; ? характеристическое свойство евклидовых пространств
7	Функционалы в нормированных пространствах Рассматриваемые вопросы: ? функционал и его норма, примеры функционалов; ? понятие о сопряженном пространстве; ? теорема Рисса о представлении линейного функционала
8	Операторы в нормированных пространствах Рассматриваемые вопросы: ? линейные операторы, ядро и образ оператора, примеры; ? обратные операторы и теорема о существовании обратного; ? спектр оператора, теорема о спектре

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Понятие метрического пространства. В результате работы на практических занятиях студент учится анализировать функции и искать расстояние между функциями в метрических пространствах.
2	Открытые и замкнутые множества в метрических пространствах В результате работы на практических занятиях студент учится определять, является ли заданное множество в метрическом пространстве открытым или замкнутым, строит открытые и замкнутые шары
3	Сепарабельные пространства В результате работы на практических занятиях студент учится проверять, является ли данное пространство сепарабельным или нет, изучает определение предкомпактности множества и определяет её на основании критериев
4	Сходимость в метрических пространствах В результате работы на практических занятиях студент учится анализировать сходимость последовательности функций в метрических пространствах, искать её предел.
5	Полные пространства В результате работы на практических занятиях студент учится исследовать, является ли пространство полным или неполным, применяет свойства полных пространств к решению задач, изучает теорему о пополнении
6	Применения принципа сжимающих отображений (ПСО): часть 1 В результате работы на практических занятиях студент учится решать конкретные уравнения и системы алгебраических уравнений с применением ПСО
7	Применения принципа сжимающих отображений (ПСО): часть 2 В результате работы на практических занятиях студент учится решать конкретные дифференциальные уравнения и их системы с применением ПСО
8	Применения принципа сжимающих отображений (ПСО): часть 3 В результате работы на практических занятиях студент учится решать разные типы интегральных уравнений с применением ПСО
9	Понятие нормированного пространства В результате работы на практических занятиях студент учится анализировать функции и искать норму между функциями в различных нормированных пространствах
10	Функционалы в нормированных пространствах В результате работы на практических занятиях студент учится находить нормы различных функционалов в нормированных пространствах
11	Операторы в нормированных пространствах: часть 1 В результате работы на практических занятиях студент учится находить нормы различных операторов в нормированных пространствах
12	Операторы в нормированных пространствах: часть 2 В результате работы на практических занятиях студент учится искать обратный оператор к данному, искать спектр оператора и классифицировать его точки
13	Понятие евклидова пространства. В результате работы на практических занятиях студент учится анализировать функции и искать скалярное произведение между функциями в различных евклидовых пространствах
14	Основные теоремы об евклидовых пространствах В результате работы на практических занятиях студент учится ортогонализировать системы функций и применять характеристическое свойство евклидовых пространств
15	Ряды Фурье в евклидовых пространствах В результате работы на практических занятиях студент учится раскладывать функцию в ряд Фурье в евклидовых пространствах, изучает свойства ряда Фурье и применяет их на конкретных примерах

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
16	Операторы в гильбертовых пространствах В результате работы на практических занятиях студент учится искать сопряжённые операторы в гильбертовых пространствах и их нормы

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Проработка лекционного материала
2	Изучение учебной литературы
3	Подготовка к практическим занятиям
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Власова, Е. А. Элементы функцио-нального анализа: учебное пособие / Е. А. Власова, И. К. Марчевский. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1958-6.	https://e.lanbook.com/book/212189 (дата обращения: 28.04.2024)
2	Люстерник, Л. А. Краткий курс функционального анализа: учебное пособие / Л. А. Люстерник, В. И. Соболев. — 2-е изд. стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 272 с.	https://e.lanbook.com/book/210290 (дата обращения: 28.04.2024)
3	Павлов, Е. А. Основы функционального анализа: учебное пособие / Е. А. Павлов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 88 с. — ISBN 978-5-8114-3635-4.	: https://e.lanbook.com/book/116362 (дата обращения: 28.04.2024)
4	Кутузов А. С. Введение в функциональный анализ : учебное пособие / А.С. Кутузов. - Москва : Директ-Медиа, 2020. - 481 с. - ISBN 978-5-4499-0433-1. - Текст: электронный.	https://ibooks.ru/bookshelf/389822/reading

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

- Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>);
- Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru);
- Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>);
- Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>);
- Электронно-библиотечная система ibooks.ru (<http://ibooks.ru/>).
- Интернет-университет информационных технологий (<http://www.intuit.ru/>).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

- Операционная система Windows;
- Microsoft Office;
- Поисковые системы.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

1. Учебные аудитории, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования, для лекционных занятий.
2. Наличие персональных компьютеров в аудиториях для практических занятий.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 6 семестре.

Экзамен в 6 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, к.н. кафедры
«Математическое моделирование
сложных систем» Института
железнодорожного транспорта

М.К. Турцынский

Согласовано:

и.о. заведующего кафедрой ПМ

С.А. Тищенко

и.о. заведующего кафедрой ММСС

С.А. Тищенко

Председатель учебно-методической
комиссии

Н.А. Андриянова