

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



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
01.03.02 Прикладная математика и информатика,  
утвержденной первым проректором 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 РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 5665  
Подписал: заведующий кафедрой Нутович Вероника  
Евгеньевна  
Дата: 01.09.2024

## 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;

**УК-1** - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

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 №5 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 64               | 64         |
| В том числе:  |                  |            |
| Занятия лекционного типа                                  | 32               | 32         |
| 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 44 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.

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание   |
|----------|--|
| 1        | <b>Множества и отношения.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- основные понятия;<br>- мощность множества;<br>- отношения;<br>- функции.  |
| 2        | <b>Интеграл Лебега.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- основные понятия теории меры;<br>- лебегово продолжение меры;<br>- измеримые функции;<br>- интеграл Лебега.                                       |
| 3        | <b>Метрические пространства</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- определение;<br>- пределы и непрерывность;<br>- полнота и пополнение<br>- сжимающие отображения;<br>- сепарабельность;<br>- компактность. |
| 4        | <b>Линейные нормированные пространства</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- линейные пространства;<br>- нормированные пространства;<br>- банаховы пространства.  |
| 5        | <b>Гильбертовы пространства</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- основные понятия;<br>- расстояние до подпространства;<br>- ортогональность<br>- ортонормированные базисы и ряды Фурье.                    |
| 6        | <b>Линейные функционалы</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- линейные ограниченные функционалы;<br>- сопряжённое пространство;<br>- сильная и слабая сходимость.   |
| 7        | <b>Линейные ограниченные операторы</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- определение;<br>- сопряжение;<br>- спектр;<br>- компактные операторы;<br>- операторы со следом.                                    |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание   |
|----------|--|
| 8        | <p><b>Линейные неограниченные операторы</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- области определения, графики;</li> <li>- симметрические и самосопряжённые операторы;</li> <li>- спектральная теорема</li> </ul> |

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание   |
|----------|--|
| 1        | <p><b>Множества и отношения.</b></p> <p>В результате работы на практическом занятии и выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по операциям над множествами, вычислению мощности множеств и свойствам бинарных отношений.</p> |
| 2        | <p><b>Интеграл Лебега</b></p> <p>В результате работы на практическом занятии и выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по теме «интеграла Лебега»</p>  |
| 3        | <p><b>Метрические пространства</b></p> <p>В результате работы на практическом занятии и выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач на метрические пространства</p>  |
| 4        | <p><b>Полнота метрического пространства</b></p> <p>В результате работы на практическом занятии и выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по свойствам полноты пространств.</p>   |
| 5        | <p><b>Сжимающие отображения</b></p> <p>В результате работы на практическом занятии и выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по применению принципа сжимающих отображений.</p>   |
| 6        | <p><b>Линейные нормированные пространства</b></p> <p>В результате работы на практическом занятии и выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по свойствам нормы и ее связи с метрикой.</p>                                     |
| 7        | <p><b>Гильбертово пространство</b></p> <p>В результате работы на практическом занятии и выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по применению леммы о параллелограмме.</p>   |
| 8        | <p><b>Ортонормированные системы и ряды Фурье</b></p> <p>В результате работы на практическом занятии и выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по построению ортогональных разложений.</p>                                    |
| 9        | <p><b>Линейные функционалы.</b></p> <p>В результате работы на практическом занятии и выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по теме «Линейные функционалы».</p>   |
| 10       | <p><b>Ограниченнные линейные операторы.</b></p> <p>В результате работы на практическом занятии и выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по отысканию норм операторов.</p>   |
| 11       | <p><b>Ограниченнные линейные операторы. Спектр.</b></p> <p>В результате работы на практическом занятии и выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по отысканию спектра ограниченного оператора.</p>                           |
| 12       | <p><b>Компактные операторы.</b></p> <p>В результате работы на практическом занятии и выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по отысканию спектра ограниченного оператора.</p>   |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание   |
|----------|--|
| 13       | Операторы со следом.<br>В результате работы на практическом занятии и выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по теме «Операторы со следом». |
| 14       | Неограниченные операторы<br>В результате работы на практическом занятии и выполнения заданий студент приобретает навыки работы с неограниченными операторами.    |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>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).

| №<br>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. | <a href="https://e.lanbook.com/book/212189">https://e.lanbook.com/book/212189</a><br>(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.      | <a href="https://e.lanbook.com/book/210290">https://e.lanbook.com/book/210290</a><br>(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.       | :<br><a href="https://e.lanbook.com/book/116362">https://e.lanbook.com/book/116362</a><br>(дата обращения: 28.04.2024) |

#### 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](http://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/) (<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;
- MS Teams;
- Поисковые системы.

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

Для проведения занятий лекционного типа требуются аудитории, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры  
«Цифровые технологии управления  
транспортными процессами»

А.С. Милевский

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЦГУТП

В.Е. Нутович

Председатель учебно-методической  
комиссии

Н.А. Андриянова