

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**  
**Директор физтех-школы**  
**аэрокосмических технологий**  
**С.С. Негодяев**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Функциональный анализ. Дополнительные главы
<b>по направлению:</b>	Системный анализ и управление
<b>профиль подготовки:</b>	Системный анализ и управление в больших системах Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра логистических систем и технологий
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 15 час.

семинары: 15 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Программу составил: В.В. Шаньков, канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры логистических систем и технологий 04.06.2020

## Аннотация

Целью настоящего курса является изучение теоретических основ функционального анализа и теории функций действительной переменной, получение практических навыков решения простейших задач, овладение методами решения прикладных задач методами функционального анализа для успешного освоения дисциплин, базирующихся на основе функционального анализа.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- формирование математических знаний и навыков в области математического моделирования сложных систем, описываемых нелинейными и линейными операторными уравнениями в метрических и нормируемых пространствах; формирование математической культуры, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

#### Задачи дисциплины

- формирование базовых математических знаний в области математического моделирования сложных систем;
- формирование общематематической культуры;
- формирование навыков самостоятельно.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-4 Способен применять методы математического, функционального и системного анализа для задач моделирования, анализа и синтеза автоматического управления техническими объектами	ОПК-4.1 Знает понятия, законы и теории математического, функционального и системного анализа
	ОПК-4.2 Проводит анализ и моделирование при помощи методов математического, функционального и системного анализа при решении прикладных и теоретических задач автоматического управления техническими объектами

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- все используемые определения;
- формулировки всех именованных теорем;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем функционального анализа;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- постановку проблем функционального анализа.

владеть:

- используемой терминологией;
- планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента методами функционального анализа;
- навыками самостоятельной работы.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

---

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Нелинейные дифференцируемые отображения.	5	5		5
2	Нелинейные недифференцируемые отображения.	5	5		5
3	Метризуемость и нормируемость топологических пространств.	5	5		5
Итого часов		15	15		15
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		45 час., 1 зач.ед.			

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

##### 1. Нелинейные дифференцируемые отображения.

Производные Фреше и Гато. Формула конечных приращений. Модифицированный метод Ньютона. Доказательство теоремы о модифицированном методе Ньютона.

##### 2. Нелинейные недифференцируемые отображения.

Принцип неподвижной точки Шаудера. Вполне непрерывные операторы. Доказательство принципа неподвижной точки Шаудера.

##### 3. Метризуемость и нормируемость топологических пространств.

Топологические векторные пространства. Метризуемость топологических векторных пространств. Полунормы и функционалы Минковского. Нормируемость топологических векторных пространств.

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

учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

#### 6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Топологические векторные пространства [Текст]/Х. Шефер , пер. с англ. И. А. Березанского , -М., Мир, 1971
2. Функциональный анализ [Текст] : учебник для вузов / В. А. Треногин .— 4-е изд., испр. — М. : Физматлит, 2007 .— 488 с.
3. Элементы теории функций и функционального анализа [Текст] : учебник для вузов / А. Н. Колмогоров, С. В.Фомин .— 7-е изд. — М. : Физматлит, 2004, 2006, 2009, 2012 .— 572 с.

1. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. – М.: Наука, 1981.
2. Люстерник Л.А., Соболев В.И. Краткий курс функционального анализа. – М.: Высшая школа, 1981.
3. Рудин У. Функциональный анализ. – М: МИР, 1975.

#### Дополнительная литература

1. Топологические векторные пространства [Текст]/А. П. Робертсон, В. Дж. Робертсон, -М., Мир, 1967
2. Задачи по функциональному анализу [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. В. Власов, С. П. Коновалов, С. В. Курочкин ; М-во образов. РФ, Моск.физико-техн. ин-т .— М. : Изд-во МФТИ, 2000 .— 28 с.
1. Шаньков В.В. Введение в функциональный анализ. Рукопись учебно-методического пособия. Сдана в печать изд. МФТИ, 2014, 48с.

### **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. [http:// sites.google.com/site/mathkonst/home/funkcionalnyj-analiz](http://sites.google.com/site/mathkonst/home/funkcionalnyj-analiz) – сайт составителя программы курса.
2. <http://www.exponenta.ru> – образовательный математический сайт.
3. <http://mathnet.ru> – общероссийский математический портал.
4. <http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».
5. <http://benran.ru> –библиотека по естественным наукам Российской академии наук.
6. <http://www.i-exam.ru> – единый портал Интернет-тестирования в сфере образования.

### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Пакеты офисного программного обеспечения Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint), OpenOffice.

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Успешное освоение курса «Функциональный анализ. Дополнительные главы» требует самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам семинаров, учебной и научной литературе);
- решение задач, предлагаемых студентам на практических занятиях;
- подготовку к контрольной работе и написание реферата.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в результате анализа итогов контрольных, самостоятельных работ, а также индивидуальных консультаций.

Показателем владения материалом служит умение ставить и решать задачи. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать как можно больше задач.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Системный анализ и управление
<b>профиль подготовки:</b>	Системный анализ и управление в больших системах Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра логистических систем и технологий
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** В.В. Шаньков, канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-4 Способен применять методы математического, функционального и системного анализа для задач моделирования, анализа и синтеза автоматического управления техническими объектами	ОПК-4.1 Знает понятия, законы и теории математического, функционального и системного анализа
	ОПК-4.2 Проводит анализ и моделирование при помощи методов математического, функционального и системного анализа при решении прикладных и теоретических задач автоматического управления техническими объектами

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Функциональный анализ. Дополнительные главы» обучающийся должен:

### знать:

- все используемые определения;
- формулировки всех именованных теорем;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем функционального анализа;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

### уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- постановку проблем функционального анализа.

### владеть:

- используемой терминологией;
- планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента методами функционального анализа;
- навыками самостоятельной работы.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Текущий контроль осуществляется в форме самостоятельных работ или тестов в письменной форме по каждой теме.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в результате анализа итогов контрольных, самостоятельных работ, а также индивидуальных консультаций.

## 4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Аттестация по дисциплине «Функциональный анализ. Дополнительные главы» осуществляется в форме дифференцированного зачета.

Перечень вопросов для подготовки к дифференцированному зачету:

1. Теорема о том, что сильная производная является слабой.
2. Теорема о формуле конечных приращений.
3. Теорема о модифицированном методе Ньютона (доказательство на этапе поиска шаров, отображаемых в себя).
4. Теорема о модифицированном методе Ньютона (доказательство на этапе поиска сжимаемых шаров).
5. Принцип неподвижной точки Шаудера.
6. Лемма о вполне непрерывности предела вполне непрерывных операторов.

7. Лемма о приближении вполне непрерывного оператора конечномерными.
8. Лемма о предкомпактности объединения образов компактных операторов.
9. Лемма об открытости прообраза и теорема об инвариантности.
10. Теорема существования уравновешенной окрестности.
11. Теорема существования исчерпывающей локальной базы.
12. Теорема о метризуемости (доказательство на этапе построения полуаддитивной локальной базы).
13. Теорема о метризуемости (доказательство на этапе построения расстояния).
14. Теорема о функционале Минковского.
15. Критерий нормируемости.

Пример билетов дифференцированного зачета:

Билет 1.

1. Теорема о том, что сильная производная является слабой.
2. Критерий нормируемости.

Билет 2.

1. Теорема о функционале Минковского.
2. Принцип неподвижной точки Шаудера.

#### Критерии оценивания

оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе экзаменационного билета и ответе на вопросы по программе дисциплины;

оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе экзаменационного билета и ответе на вопросы по программе дисциплины;

оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, знания учебной программы дисциплины при ответе экзаменационного билета и ответе на вопросы по программе дисциплины;

оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, если он твердо знает материал экзаменационного билета, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе некоторые неточности;

оценка «хорошо (6)» выставляется студенту, если он знает материал экзаменационного билета, по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе много неточностей;

оценка «хорошо (5)» выставляется студенту, если он знает материал экзаменационного билета, излагает его, умеет применять полученные знания на практике, не допускает в ответе грубых ошибок;

оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту если во время ответа экзаменационного билета он показал фрагментарный, характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения;

оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту, если во время ответа экзаменационного билета он показал разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

оценка «неудовлетворительно (2-1)» выставляется студенту, если во время ответа экзаменационного билета, он показал, что не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Дифференцированный зачет проводится по итогам текущей успеваемости: по результатам контрольных, самостоятельных работ/тестов по каждой теме.

Дифференцированный зачет по дисциплине проводится путем организации специального опроса в устной форме по вопросам.

При проведении устного дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 40 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном зачете не должен превышать одного астрономического часа.

Во время проведения дифференцированного зачета при подготовке ответов на билеты, обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, конспектами лекций и любой другой литературой.

Во время проведения дифференцированного зачета при ответе обучающегося на вопросы по билету он не может пользоваться конспектами лекций и любой другой литературой.