

Г



Факультет: Инженерно-физический

Кафедра: Теоретической физики

Составитель (разработчик) программы: к.ф.-м.н., доцент Шекоян Л.А.



Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры теоретической физики,  
протокол № 8 от «16» марта 2021 г.

Заведующий кафедрой: д.ф.-м.н., доцент Тлячев В.Б.



Согласовано:

Председатель УМК факультета: ст. преподаватель Плисенко О.А.



## Содержание

Пояснительная записка.....	4
1. Цели и задачи дисциплины (модуля).....	4
2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы .....	5
3. Содержание дисциплины .....	6
4. Самостоятельная работа обучающихся.....	7
5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).....	7
6. Образовательные технологии.....	8
7. Методические рекомендации по дисциплине (модулю).....	9
8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов.....	11
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	12
10. Лист регистрации изменений .....	13

## Пояснительная записка

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) бакалавров: 03.03.02 Физика.

РП представляет собой совокупность дидактических материалов, направленных на реализацию содержательных, методических и организационных условий подготовки по направлению подготовки (специальности) бакалавров: 03.03.02 Физика.

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам базовой части учебного плана.

Трудоемкость дисциплины 5 з.е. / 180 ч.;

Контактная работа:

занятия лекционного типа – 34 ч.

занятия семинарского типа – 66 ч.

контроль самостоятельной работы – 2 ч.

иная контактная работа – 0,55 ч.

Самостоятельная работа – 50,75 ч.

контроль – 26,7 ч.

Ключевые слова: *метрика, сходимост, открытые и замкнутые мн-ва, полнота метрического пространства, изометрическое отображение, пополнение метрического пространства, компактное множество, сепарабельное пространство, сжимающее отображение, норма, банахово пространство, гильбертово пространство, ортонормированная система, ограниченность и непрерывность линейного оператора, норма оператора, линейный непрерывный функционал, обратный оператор, вполне непрерывный оператор.*

### 1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

**Целью дисциплины** является формирование у студента основных понятий и методов функционального анализа, применяемых, например, в теории дифференциальных и интегральных уравнений; формирование абстрактного математического языка, что важно для восприятия математических основ таких дисциплин как квантовая теория и квантовая теория поля.

После изучения курса студент должен: иметь целостное представление о функциональном анализе, который играет важную роль в структуре математических дисциплин; понимать возможности современных научных методов познания; владеть теоретическими методами исследований в изучаемой области.

#### **Задачи дисциплины:**

формирование у студентов естественнонаучного мировоззрения на основе системных представлений о современной картине мира; усвоение фундаментальных законов, на основе которых строится настоящий курс;

#### **Цели и задачи дисциплины в терминах компетенций**

В результате освоения данной дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

#### **общепрофессиональными (ОПК):**

**ОПК-1:** способностью использовать базовые знания основ функционального анализа для применения в задачах теоретической физики;

#### **Показателями компетенций являются:**

**знания:** основ анализа в бесконечномерных линейных, в частности в абстрактных гильбертовых, пространствах;

**умения:** ориентироваться в теории линейных операторов и функционалов, а также, в частности, применять полученные знания в теории интегральных и дифференциальных уравнений;

**навыки:** основных методов исследования в функциональном анализе.

Таблица 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1	ОПК-1.1. <i>Знает:</i> основы высшей математики, физики, основы вычислительной техники и программирования
	ОПК-1.2	ОПК-1.2. <i>Умеет:</i> решать стандартные профессиональные задачи с применением естественных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.
	ОПК-1.3	ОПК-1.3. <i>Владеет:</i> навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.

## 2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Таблица 2. Объем дисциплины по видам учебной работы  
(общая трудоемкость в зачетных единицах: 5 з.е., 180 часа)

Виды учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам	
		V	VI
Общая трудоемкость дисциплины	180	72	108
Контактная работа	102,55	54,25	48,3
Лекции (Л)	34	18	16
Практические занятия (ПЗ)	66	36	30
Самостоятельная работа (СРС)	50,75	17,75	33
КСР	2		2
Контроль			26,7
Вид итогового контроля		зачет	экзамен

### 3. Содержание дисциплины

Таблица 3. Распределение часов по темам и видам учебной работы

Номер раздела	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)						
		Всего	Л	ПЗ	КСР	СРС	Контроль
1	Определение метрического пространства. Гомеоморфизм.	10	2	4		4	
2	Предел последовательности. Сходимость. Замыкание. Открытые и замкнутые множества.	12	2	6		4	
3	Определение полных метрических пространств. Теорема Бэра.	14	4	6		4	
4	Компактные множества. Критерии компактности в метрических пространствах.	14	4	6		4	
5	Сепарабельные пространства.	13	2	4		4	3
6	Принцип сжимающих отображений для дифференциальных и интегральных уравнений.	22	4	8		6	4
7	Нормированные пространства. Нормирование факторпространства. Задача о наилучшем приближении. Критерии в линейных нормированных пространствах.	20	4	8		4	4
8	Абстрактное гильбертово пространство. Ортонормированные системы. Изоморфизм гильбертовых сепарабельных пространств.	20	4	8		4	4
9	Линейные операторы и функционалы. Ограниченность и непрерывность. Обратный оператор. Сопряженные операторы.	29	4	8	2	9	6
10	Вполне непрерывные операторы. Линейные операторные уравнения с вполне непрерывными операторами. Альтернатива Фредгольма.	26	4	8		8	6
Итого		180	34	66	2	51	27

#### 4. Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№, п/п	Вид самостоятельной работы	Разделы рабочей программы	Форма отчетности
1	<u>Внеаудиторная:</u> - изучение теоретического материала по конспектам лекций; конспектирование вопросов, оговоренных на лекции, по учебной литературе; - выполнение домашних заданий; - подготовка рефератов для выступления	1-10	Конспект лекций, письменные ответы на вопросы Тексты заданий и ответов Текст реферата, выступление
	<i>Индивидуальное домашнее задание. Изучить (повторить) элементы спектральной теории.</i>	9	Обучающийся должен уметь выводить все формулы по обозначенной теме.

#### 5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 5. Основная литература

№ п/п	Наименование, библиографическое описание
1	А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. Элементы теории функций и функционального анализа, -М.: Наука, 1976 (любое более позднее издание).-544 с.
2	Л.А. Люстерник, В.И. Соболев. Краткий курс функционального анализа, -М.: Высшая школа, 1982.-272 с.
3	А.П. Гуревич, В.В. Корнев, А.П. Хромов. Сборник задач по функциональному анализу, - Санкт-Петербург-Москва-Краснодар.: Лань, 2012.-192 с.

Таблица 6. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование, библиографическое описание
1	М. Рид, Б. Саймон. Методы современной математической физики, т.1 функциональный анализ. -М.: Мир, 1977.-357 с.
2	А.Б. Антонец, П.Н. Князев, Я.В. Радыно. Задачи и упражнения по функциональному анализу, - М.: URSS, 2006.-2006 с.

## 6. Образовательные технологии

Таблица 7. Образовательные технологии

№ п/п	Наименование раздела	Виды учебных за- нятий	Образовательные технологии
1	Определение метри- ческого пространства. Гомеоморфизм.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная рабо- та	Технология личностно-ориентированного обуче- ния. Интерактивный метод. Консультирование и проверка ДЗ посредством электронной почты и СДО.
2	Предел последова- тельности. Сходимость. Замыкание. Открытые и замкнутые множества.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная рабо- та	Технология личностно-ориентированного обуче- ния. Интерактивный метод. Консультирование и проверка ДЗ посредством электронной почты и СДО.
3	Определение полных метрических про- странств. Теорема Бэра.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная рабо- та	Технология личностно-ориентированного обуче- ния. Интерактивный метод. Консультирование и проверка ДЗ посредством электронной почты и СДО.
4	Компактные множества. Критерии компактности в метрических про- странствах.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная рабо- та	Технология личностно-ориентированного обуче- ния. Интерактивный метод. Консультирование и проверка ДЗ посредством электронной почты и СДО.
5	Сепарабельные про- странства.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная рабо- та	Технология личностно-ориентированного обуче- ния. Интерактивный метод. Консультирование и проверка ДЗ посредством электронной почты и СДО.
6	Принцип сжимаю- щих отображений для дифференциальных и интегральных уравне- ний.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная рабо- та	Технология личностно-ориентированного обуче- ния. Интерактивный метод. Консультирование и проверка ДЗ посредством электронной почты и СДО.
7	Нормированные про- странства. Нормирова- ние фактор- пространства. Задача о наилучшем приближе- нии. Критерии в линей- ных нормированных пространствах.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная рабо- та	Технология личностно-ориентированного обуче- ния. Интерактивный метод. Консультирование и проверка ДЗ посредством электронной почты и СДО.
8	Абстрактное гильберто- во пространство. Орто- нормированные систе- мы. Изоморфизм гиль- бертовых сепарабельных пространств.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная рабо- та	Технология личностно-ориентированного обуче- ния. Интерактивный метод. Консультирование и проверка ДЗ посредством электронной почты и СДО.
9	Линейные операторы и	Лекции.	Технология личностно-ориентированного обуче-



	функционалы. Ограниченность и непрерывность. Обратный оператор. Сопряженные операторы.	Практические занятия. Самостоятельная работа	ния. Интерактивный метод. Консультирование и проверка ДЗ посредством электронной почты и СДО.
10	Вполне непрерывные операторы. Линейные операторные уравнения с вполне непрерывными операторами. Альтернатива Фредгольма.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная работа	Технология личностно-ориентированного обучения. Интерактивный метод. Консультирование и проверка ДЗ посредством электронной почты и СДО.

## 7. Методические рекомендации по дисциплине (модулю)

### Методические рекомендации преподавателю

При подготовке лекционного материала преподаватель обязан руководствоваться рабочей программой для данного направления подготовки. При чтении лекций преподаватель имеет право самостоятельно выбирать формы и методы изложения материала, которые будут способствовать качественному его усвоению. При этом преподаватель в установленном порядке может использовать технические средства обучения, имеющиеся на кафедре и в университете.

Вместе с тем, всякий лекционный курс является в определенной мере авторским, представляет собой творческую переработку материала и неизбежно отражает личную точку зрения лектора на предмет и методы его преподавания. В этой связи представляется целесообразным привести некоторые общие методические рекомендации по построению лекционного курса и формам его преподавания.

1. Проведение занятий с аудиторией обучающихся является публичным видом деятельности, определяющим ряд специфических требований к преподавателю:

- Преподаватель должен иметь опрятный внешний вид;
- Преподаватель обязан владеть культурой речи;
- Поведение преподавателя при любых ситуациях должно быть корректным и достойным.

2. Внимательно ознакомиться с методическими рекомендациями, приведенными в учебной литературе по изучаемому материалу.

3. Тема лекции должна быть ясно и четко сформулирована.

4. Перед началом подробного изложения материала целесообразно кратко обозначить, о чем пойдет речь в целом.

5. План (конспект) лекции должен быть заранее тщательно продуман (проработан) с тем, чтобы изложение материала было системным и строгим.

6. Изложение должно вестись ясным и четким языком, фразы и предложения не должны быть перегружены причастными, деепричастными и другими оборотами, затрудняющими восприятие смысла.

7. Определения и формулировки должны соответствовать современным представлениям о предмете и не должны противоречить представленным определениям в рекомендуемой учебной литературе.

8. Изложение материала должно сопровождаться обратной связью со слушателями. Особо важные места следует выделить или повторить. Некоторые вопросы сопровождать задиктовыванием материала.

9. Рисунки, выполненные от руки мелом или маркером на доске, должны быть ясными и хорошо видимыми с дальних рядов аудитории.

10. По возможности следует сопровождать изложение фундаментального материала примерами, имеющими прикладное значение.
11. Стараться избегать неоднозначной трактовки рассматриваемых величин: следить за тем, чтобы разные по смыслу величины обозначались по-разному.
12. При использовании технических средств обучения (видеопроекторов, средств мультимедиа и т.п.) давать возможность обучающимся делать необходимые записи и рисунки в конспектах или предусматривать возможность предоставления материала в электронном или другом виде.
13. В конце лекции кратко подвести итоги и выводы.

По учебному плану предусмотрено проведение лекционных и практических занятий. Лекции читаются с использованием проблемного метода, стимулирующего познавательную активность. В начале каждого практического занятия преподаватель организует повторение изученного на лекции материала по контрольным вопросам к данному практическому занятию, вспоминает со студентами понятийный аппарат, основные формулы и законы по теме практического занятия. При возникновении затруднений у обучающихся при решении задач преподаватель подробно разбирает каждый шаг решения с обязательным вовлечением обучающихся в процесс обсуждения алгоритма решения задачи.

В условиях преобладающего теоретического обучения обязательным условием для формирования умений и навыков является усвоение теоретического материала, поэтому вопросы контроля должны проверять тот теоретический материал, содержание которого представлено в конспекте лекции и указанной литературе. Перечень рассматриваемых вопросов по теме преподаватель формирует во время чтения лекции.

По уровню сложности предусматриваются самые различные вопросы, предполагающие воспроизведение и закрепление теоретического материала, проверку его осмысления, вопросы на обобщение, анализ и синтез и др. Обязательно предусматриваются контрольные вопросы на проверку усвоения определений ключевых понятий, знание фактов, теорий, концепций, то есть всего того, что определяет основное содержание темы.

Вопросы и задания для контроля должны позволить обучающимся самостоятельно определить уровень усвоения учебного материала по теме, представленного в лекции, на практическом занятии и указанной учебной литературе.

Вопросы для самоконтроля могут быть заменены многоуровневыми заданиями.

Цель оценочных средств - определить уровень усвоения теоретического материала:

1 уровень – репродуктивный, предполагающий лишь воспроизведение материала и выполнение заданий по образцу;

2 уровень – репродуктивно-практический, предполагающий осмысление знаний и их использования на практике;

3 уровень – творческий, дающий возможность использовать знания не только в стандартных ситуациях и известных видах деятельности, но и в новых, ранее неизвестных.

### **Методические указания обучающимся по дисциплине**

Профессиональная подготовка в современных вузах строится по принципу «от теории к практике», что создает базу для формирования умений и навыков на основе усвоения теоретического материала. Именно поэтому следует особое внимание уделять качеству усвоения теоретического материала.

Материал каждой лекции должен быть проработан: должны быть выделены определения, понятия, законы, теоремы и их доказательства. Должна быть усвоена логическая связь элементов изученного материала. Полезно делать опорный конспект каждой лекции.

При параллельной работе с учебной литературой необходимо конспектировать прорабатываемый материал с обязательным указанием источника информации (автор, название учеб-

ника, номер страницы). Все непонятные моменты следует обязательно разобрать с преподавателем на занятии или в рамках КСР.

## **8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

1. для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

2. для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

3. для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1. для слепых и слабовидящих:
  - в печатной форме увеличенным шрифтом;
  - в форме электронного документа;
  - в форме аудиофайла.
2. для глухих и слабослышащих:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.
3. для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа;
  - в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения.

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Учебные пособия.
2. Персональный компьютер с программным обеспечением и доступом к сети Интернет.

## 10. Лист регистрации изменений

Номер изменения	Номера листов			Основание для внесе- ния изме- нения	Подпись	Расшифровка подписи	Дата	Дата введения из- менения
	заме- ненных	новых	аннулиро- ванных					
1								