

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Ордена Трудового Красного Знамени
Институт солнечно-земной физики
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИСЗФ СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИСЗФ СО РАН

чл.- корр. РАН _____ А.В. Медведев

« 11 » мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.2.2 Основы функционального анализа

Направление подготовки **03.04.02 Физика**

Направленность (профиль): **Физика солнечно-земных связей**

Квалификация выпускника: **МАГИСТР**

Тип профессиональной деятельности: **научно-исследовательский,
педагогический**

Форма обучения: **очная**

Иркутск 2023

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика (уровень магистратуры), утвержденного приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 № 914

РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ разработал кандидат физико-математических наук	Н.В. Ильин
---	------------

1. Место и роль дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы функционального анализа» относится к вариативной части Блок 1 и является вариативной частью «Дисциплины (модули) по выбору» основной образовательной программы по направленности (профилю) подготовки Физика солнечно-земных связей направления подготовки 03.04.02 Физика.

Дисциплина «Основы функционального анализа» является естественным продолжением курсов математического цикла, которые изучаются физиками и радиофизиками бакалаврами.

Предшествующие дисциплины, на которые данная дисциплина опираются: дисциплины математического цикла бакалавриата.

Последующие дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо: Производственная практика (НИР)

2. Цели и задачи дисциплины

Целью курса «Основы функционального анализа» является:

- развитие навыков математического мышления;
- формирование навыков использования математических методов и основ математического моделирования в практической деятельности;
- воспитание математической культуры у обучающихся;

Воспитание у студентов математической культуры включает в себя ясное понимание необходимости математической составляющей в общей подготовке физика, выработку представления о роли и месте математики в современной цивилизации и в мировой культуре, умение логически мыслить, оперировать с абстрактными объектами и быть корректным в употреблении математических понятий и символов для выражения количественных и качественных отношений

Задачами дисциплины «Основы функционального анализа» является:

- Изучение основ математики для разработки количественных методов исследования окружающего мира и его преобразования с целью улучшения условий существования человека.
- Освоение математических приемов и навыков постановки и решения конкретных задач, ориентированных на практическое применение при изучении специальных дисциплин.
- Овладение основными математическими методами, необходимыми для анализа процессов и явлений при поиске оптимальных решений, обработки и анализа результатов экспериментов.
- Изучение основных математических методов применительно к решению научных задач.
- Развитие логического и алгоритмического мышления, умения самостоятельно расширять и углублять математические знания.
- Изучение развития математики в связи с научно-техническим прогрессом.
- Изучение современных математических методов исследования, основанных на массовом применении компьютерной техники.
- Формирование основ научного мышления на примерах творческого пути наиболее выдающихся ученых - математиков, на раскрытие логики и закономерностей того или иного открытия, на анализе возникавших проблем и способов их преодоления и т.п.
- Рабочая программа ориентирована на развитие у студентов интереса к познанию таких математических объектов, как множества функций, алгебраические структуры и их свойства, на приобретение навыков самостоятельного изучения фундаментальных основ науки и их приложений.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Процесс изучения дисциплины «Основы функционального анализа» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ОПОП по направлению подготовки 03.04.02 Физика:

Компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности;	ИД 1. Способен решать исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области физики	<p>Знать: базовые понятия функционального анализа, Уметь: выводить основные формулы, решать математические задачи базового уровня, применять базовые математические методы для решения задач физики Владеть: навыками применения ортогональных разложений.</p>
	ИД 3. Умеет использовать фундаментальные знания профессиональной деятельности для решения конкретных задач	<p>Знать: межпредметные связи дисциплины функциональный анализ и применение в физике и радиофизике. Уметь: применять методы и приемы решения задач из различных разделов математики; применять математические методы для решения задач физики Владеть: навыками решения математических задач повышенного уровня, навыками решения физических задач; используя адекватный математический аппарат.</p>
ПКА-2. Способен проводить научные исследования в области физики солнечно-земных связей, используя необходимые знания теоретических и экспериментальных разделов физики	ИД 3. Использует современные теоретические и экспериментальные методы, включая методы обработки и анализа данных, при проведении научных исследований и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей	<p>Знать: способы применения функционального анализа в задачах радиофизики, обобщенные функции, приложения математических методов к классическим задачам физики. Уметь: применять математические методы к классическим задачам радиофизики. Делать преобразование Фурье, Лапласа. Владеть: навыками спектральных оценок, методами решения классических задач.</p>

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц
Аудиторные занятия (всего)	72/2
В том числе:	
Лекции	36/1
Лабораторные работы	
Практические занятия	36/1
Самостоятельная работа (всего)	36/1
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	36/1
Контактная работа (всего)	72/2
Общая трудоёмкость (часы/зачетные единицы)	144/4

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Раздел	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
			Лекции	Практические занятия	Лаб. занятия	
1.	Топологические и метрические пространства.	30	10	10		10
2.	Нормированные пространства	24	8	8		8
3.	Гильбертовы пространства.	24	8	8		8
4.	Сопряженное пространство.	18	6	6		6
5.	Линейные операторы.	6	2	2		2
6.	Спектр оператора.	6	2	2		2
	Итого	108	36	36		36

5.2. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля).

№п/п	Наименование раздела	Наименование темы
1.	Топологические и метрические пространства	Топология, топологические пространства
		Метрика, метрические пространства
		Сходимость, полнота
		Непрерывность Неподвижные точки
2.	Нормированные линейные пространства	Линейное пространство
		Норма, сходимость, полнота
		Банахово пространство
		Функционалы
3.	Гильбертовы пространства	Скалярное произведение, базис
		Функциональные пространства
4.	Сопряженное пространство	Непрерывные линейные функционалы
		Обобщенные функции
		Сильные, слабые сходимости
5.	Линейные операторы	Линейные, ограниченные операторы
6.	Спектр оператора	Спектр оператора, функция от оператора

5.3. Разделы и темы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин и практик	№ № разделов и/или тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1.	Производственная практика (НИР)	Разделы 1-6

5.4. Перечень лекционных занятий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование используемых технологий	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства
1.	1.1 Топология, топологические пространства	Лекция	2	Устный опрос
2.	1.2. Метрика, метрические пространства	Лекция	2	Устный опрос
3.	1.3. Сходимость, полнота	Лекция	2	Устный опрос
4.	1.4. Непрерывность	Лекция	4	Устный опрос
5.	2.1. Линейное пространство	Лекция	2	Устный опрос
6.	2.2. Норма, сходимость, полнота	Лекция	2	Устный опрос
7.	2.3. Банахово пространство	Лекция	2	Устный опрос
8.	2.4. Функционалы	Лекция	2	Устный опрос
9.	3.1. Скалярное произведение, базис	Лекция	4	Устный опрос
10.	3.2. Функциональные пространства	Лекция	4	Устный опрос
11.	4.1. Непрерывные линейные функционалы	Лекция	2	Устный опрос
12.	4.2. Обобщенные функции	Лекция	2	Устный опрос
13.	4.3. Сильные, слабые сходимости	Лекция	2	Устный опрос
14.	5.1. Линейные, ограниченные операторы	Лекция	2	Устный опрос
15.	6.1. Спектр оператора, функция от оператора	Лекция	2	Устный опрос

5.5. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства
1.	1.1	Топология, топологические пространства	2	Контрольные работы
2.	1.2	Метрика, метрические пространства	2	Задачи и вопросы
3.	1.3	Последовательности, сходимость, полнота	2	Задачи и вопросы
4.	1.4	Отображение топологических и метрических пространств	2	Задачи и вопросы
5.	1.5	Непрерывные отображения, неподвижные точки	2	Задачи и вопросы
6.	2.1	Линейное пространство, линейная	2	Контрольные работы

		зависимость, независимость, базис		
7.	2.2	Выпуклые функционалы, норма, нормы в функциональных пространствах	2	Задачи и вопросы
8.	2.3	Сходимость по норме, полнота, Банаховы пространства	2	Задачи и вопросы
9.	2.4	Линейные функционалы, теорема Хана-Банаха	2	Задачи и вопросы
10.	3.1	Скалярное произведение, Гильбертово пространство	2	Контрольные работы
11.	3.2	Лемма Рисса, различные скалярные произведения в функциональных пространствах	2	Задачи и вопросы
12.	3.3	Ортогональные базисы	2	Задачи и вопросы
13.	3.4	Ряд Фурье, обобщенный ряд Фурье	2	Контрольные работы
14.	4.1	Сопряженное пространство,	2	Задачи и вопросы
15.	4.2	Обобщенные функции	2	Задачи и вопросы
16.	4.3	Сильная и слабая сходимость	2	Задачи и вопросы
17.	5.1	Линейные ограниченные операторы	2	Контрольные работы
18.	6.1	Спектр оператора, резольвента	2	Контрольные работы

5.6. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

План самостоятельной работы студентов

№	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1-18	1 - 6	Конспектирование Решение задач	Решение задач	Функциональный анализ /В. А. Треногин	36

Самостоятельная работа заключается в изучении основного учебника и решении задач из упражнений, приведенных в каждой главе. Конспектируют только те главы, которые изучаются на лекциях, остальные прочитать в ознакомительном порядке.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров
1.	Треногин, В. А. Функциональный анализ : учебник / В. А. Треногин. — 4-е, изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 488 с. — ISBN 978-5-9221-0804-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/59471	ЭБС https://e.lanbook.com/ неограниченный доступ
2.	Методы современной физики: пер. с англ. А.К. Погребкова и В.Н. Сушко. Т.1. Функциональный анализ / М. Рид, Б. Саймон. - М. : Мир, 1977. - 357 с.	ЭБ http://irbis.iszf.irk.ru неограниченный доступ

6.2 Дополнительная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров
1.	Канторович Л.В., Акилов Г.П. Функциональный анализ: - 3-е изд., перераб. - М. : Наука; Гл. ред. физ. - мат. лит-ры,	ЭБ http://irbis.iszf.irk.ru неограниченный доступ

	1984. - 752 с.	
2.	Колмогоров А.Н., Фомин С. В. Элементы теории функций и функционального анализа 4-е изд., перераб. - Москва : Гл. ред. физ. - мат. лит. изд-ва "Наука", 1976. - 544 с.	ЭБ http://irbis.iszf.irk.ru неограниченный доступ

6.3. Профессиональные базы данных, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- Научная база данных Scopus <https://www.scopus.com>
 - Научные данные (материалы) издательства Cambridge University Press <http://www.cambridge.org>

6.4. Информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- Информационно-справочная информация в библиотеке ИСЗФ СО РАН <http://irbis.iszf.irk.ru>

6.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины:

- Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ) <http://www.gpntb.ru/>
- Российская государственная библиотека (РГБ) <http://www.rsl.ru/>

6.6. Программное обеспечение

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- Операционная система Ubuntu 18.04 (свободно распространяемое ПО)
- Офисный пакет Libre Office (свободно распространяемое ПО)
- 7-Zip (свободно распространяемое ПО)
- Adobe Acrobat Reader DC (свободно распространяемое ПО)
- Mozilla Firefox 1 (свободно распространяемое ПО)
- VLC Mediaplayer (свободно распространяемое ПО)
- K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО)
- Операционная система Microsoft Windows 10 Pro
- Система ВКС VideoMost Proton

7. Образовательные технологии

- Интерактивные лекции
- Групповые дискуссии

8. Практическая подготовка

Практическая подготовка обучающихся в рамках реализации данной учебной дисциплины осуществляется на практических занятиях.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего	Аудитория укомплектована специализированной мебелью на 30 посадочных мест, оснащена оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: <ul style="list-style-type: none"> • доска магнитно-маркерная Branberg • экран для проектора Projecta • проектор BenQ MH733 1920 x 1080 • ноутбук ASUS L1500CDA Windows 10 Pro
---	--

контроля и промежуточной аттестации	<ul style="list-style-type: none"> • система акустическая Electro Voice EVID 6.2
Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций и самостоятельной работы	<p>Аудитория укомплектована специализированной мебелью на 7 посадочных мест, оснащена компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде:</p> <ul style="list-style-type: none"> • персональные компьютеры Неттоп Think Center Lenovo M710Q • мониторы ПУАМА PL2283Н, Dell CRHX9K2 • доска магнитно-маркерная Branberg • экран для проектора Projecta • проектор BenQ MH733 1920 x 1080