

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, КУЛЬТУРЫ И СПОРТА РА  
ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Составлена в соответствии с федеральными  
Государственными требованиями к структуре  
основной профессиональной образовательной  
программы послевузовского профессионального  
образования (аспирантура)

**УТВЕРЖДАЮ:**  
Проректор по науке  
П.С. Аветисян  
«30» апрель 2025г.

Институт: Математики и информатики  
Кафедра: Математики и математического моделирования

**Учебная программа подготовки аспиранта и соискателя  
ДИСЦИПЛИНА: 2.1.9.2 Функциональные пространства и их  
применение в математическом моделировании**

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ  
(Б.13.05 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ)  
-Шифр

*наименование научной специальности*

Программа одобрена на заседании  
кафедры

протокол № 8 от 15.04.2025 г.

Утверждена Ученым Советом ИМИ

протокол № 11 от 16.04.2025 г.

Зав. Кафедрой МММ

  
Подпись

Г.Г. Тоноян, кан. физ.-мат. н., доцент  
*И.О.Ф., ученая степень, звание*

Разработчик программы

  
Подпись

Г.Г. Тоноян, кан. физ.-мат. н., доцент  
*И.О.Ф., ученая степень, звание*

## **Общие положения**

Настоящая рабочая программа обязательной дисциплины (модуля) **«Функциональные пространства и их применение в математическом моделировании»** образовательной программы послевузовского профессионального образования (ООП ППО) ориентирована на аспирантов университета, уже прослушавших общие и специальные курсы по математическому анализу, функциональному анализу, линейной алгебре, теоретической физике, математической физике, комплексному анализу.

### **1. Цели изучения дисциплины (модуля)**

Целью изучения дисциплины **«Функциональные пространства и их применение в математическом моделировании»** является развитие навыков использования функционального анализа и его методов для решения прикладных задач в математическом моделировании.

**Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура)**

Данная учебная дисциплина входит в раздел «2.1 «Дисциплины (модули)». 2.1.9 Элективные дисциплины (модули) 2 (ДВ.2) » ФГОС ВО по специальности 1.2.2. (Ф.13.05) Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. 2.1.9.2 Дисциплина "Функциональные пространства и их применение в математическом моделировании" базируется на дисциплинах "Математический анализ", "Алгебра", "Дифференциальные уравнения", "Функциональный анализ", "Уравнения математической физики" предыдущей ступени образования. Освоение дисциплины необходимо как предшествующее научно- исследовательской работе.

### **2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)**

Аспирант должен

#### **-Знать:**

основные идеи, лежащие в основе математического анализа, функционального анализа и математической физики, их роль в современной математике.

**- Уметь:**

ориентироваться в потоке информации о математическом анализе, функциональном анализе и математической физике, уметь их практически применять к конкретным задачам.

**- Владеть:**

навыками самостоятельного построения алгоритма и его анализа.

### 3. Объем дисциплины (модуля) и количество учебных часов

Вид учебной работы	Кол-во зачетных единиц*/уч.часов
Аудиторные занятия	22
Лекции (минимальный объем теоретических знаний)	6
Семинар	16
Практические занятия	-
Другие виды учебной работы (авторский курс, учитывающий результаты исследований научных школ Университета, в т.ч. региональных)	-
Формы текущего контроля успеваемости аспирантов	-
Внеаудиторные занятия:	
Самостоятельная работа аспиранта	50
<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>
Вид итогового контроля	Составляющая экзамена кандидатского минимума <b>зачет</b>

### 4. Содержание дисциплины (модуля)

#### 4.1 Содержание лекционных занятий

№ п/п	Содержание	Кол-во уч. часов
1	Обобщенные производные и обобщенные пространства по Соболеву.	2
2	Пространства $H_S$ . Эквивалентные нормы. Теоремы вложения в $H_S$ .	2
3	Существование и единственность решения граничной задачи и эллиптические уравнения II порядка из класса $H_P^0$ .	2
Всего:		6

#### 4.2 Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены учебным планом.

#### 4.3 Другие виды учебной работы

Другие виды учебной работы не предусмотрены учебным планом.

#### 4.4 Самостоятельная работа аспиранта

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Кол-во уч. часов
1	Доклады	10
2	Статьи	15
3	Научные семинары	10
4	Конференции	15
Всего:		50

## 5 Перечень контрольных мероприятий и вопросы к экзаменам кандидатского минимума

*Перечень вопросов к экзаменам кандидатского минимума:*

1. Метрические, нормированные, гильбертовы пространства. Метрические пространства. Непрерывные отображения. Компактные множества.

2. Принцип сжимающих отображений, методы последовательных приближений и их приложения в линейных, нормированных, банаховых и гильбертовых пространствах.

3. Сильная и слабая сходимость. Задача о наилучшем приближении. Наилучшее равномерное приближение в функциональных пространствах. Минимальное свойство коэффициентов Фурье.

4. Линейные функционалы и операторы. Непрерывные линейные операторы. Норма и спектральный радиус оператора.

5. Сходимость последовательности операторов, ряд Неймана и условия его сходимости. Теоремы о существовании обратного оператора. Мера обусловленности линейного оператора и ее применение при замене точного уравнения (решения) приближенным.

6. Линейные функционалы. Сопряженное пространство. Теорема Банаха – Штейнгауза и ее приложения. Теорема Рисса о представлении линейного ограниченного функционала (для гильбертова пространства). Спектр оператора. Сопряженные, симметричные, самосопряженные, положительно определенные, вполне непрерывные операторы и их спектральные свойства. Вариационные методы минимизации квадратичных функционалов, решения уравнений и нахождения собственных значений (методы Ритца, Бубнова – Галеркина, наименьших квадратов).

7. Дифференцирование нелинейных операторов, производные Фреше и Гато. Метод Ньютона, его сходимость и применение.

8. Пространства функций  $C$ ,  $L_2$ ,  $L_p$ ,  $W_p^1$ . Обобщенная производная. Неравенства Пуанкаре – Стеклова – Фридрихса. Понятие о теоремах вложения.

## **6 Образовательные технологии**

В процессе обучения применяются следующие образовательные технологии:

1. Сопровождение лекций показом визуального материала.
2. Проведение лекций с использованием интерактивных методов обучения.

## **7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебно-методические и библиотечно-информационные ресурсы обеспечивают учебный процесс и гарантируют качественное освоение аспирантом образовательной программы. Университет располагает обширной библиотекой, включающей научную литературу, научные журналы и труды научно-практических конференций по основополагающим проблемам науки.

### **7.1. Основная литература:**

1. А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. Элементы теории функций и функционального анализа. М.: Изд-во “Лань” 2009.
2. В.А. Треногин. Функциональный анализ. ФИЗМАТЛИТ, 2007.
3. Л. Хермандер. Анализ линейных дифференциальных операторов.- М., Мир, 1986.
4. О.В. Бесов, В.П. Ильин, С.М. Никольский. Интегральные представления функций и теоремы вложения.- М., Наука, 1996.
5. В.Н. Масленникова. Дифференциальные уравнения в частных производных.- М., 1997.
6. Л. Борс, Ф. Джон, М. Шехтер. Уравнения с частными производными.- М., Мир, 1996.

### **7.2. Дополнительная литература**

1. В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. Уравнения математической физики. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.

2. Н.С. Кошляков, Э.Б. Глинер, М.М. Смирнов. Уравнения в частных производных математической физики.- М., Высшая школа, 1970.
3. Л.И. Седов. Механика сплошной среды, т.1,2. - М., Наука, 1976.

### **7.3. Интернет-ресурсы**

Scopus - scopus.com

Единое образовательное окно - <http://window.edu.ru/>

Методы вычислительной математики -

[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=255](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=255)

Общероссийский математический портал - <http://www.mathnet.ru/>

## **8 Материально-техническое обеспечение**

Освоение дисциплины "Функциональные пространства и их применение в математическом моделировании" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения: аудиторный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 20 рабочих мест студентов.