

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Забайкальский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет естественных наук, математики и технологий  
Кафедра Математики и информатики

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Факультет естественных  
наук, математики и  
технологий

Токарева Юлия Сергеевна

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_  
г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.О.15 Функциональный анализ  
на 180 часа(ов), 5 зачетных(ые) единиц(ы)  
для направления подготовки (специальности) 01.03.02 - Прикладная математика и  
информатика

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом  
Министерства образования и науки Российской Федерации от  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. № \_\_\_\_

Профиль – Исследование операций и системный анализ (для набора 2023)  
Форма обучения: Очная

# 1. Организационно-методический раздел

## 1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

формирование у студентов основных понятий и теоретических знаний в области функционального анализа; - обучение студентов способам и примерам отыскания решений различных задач; - обучение студентов применению аппарата функционального анализа; - формирование у студентов цельной системы мышления и знаний в области математического аппарата и его использования в современных приложениях. Личностные: - развитие способности к логическому, аналитическому, критическому мышлению; - формирование готовности к саморазвитию; - формирование личной ответственности в принятии решений; развитие общих способностей: общения и сотрудничества, точности и продуктивности в решении задач

Задачи изучения дисциплины:

-формирование теоретических знаний по изучаемой дисциплине, развитие понятийной базы функционального анализа; -освоение понятия метрического пространства, банахова пространства, понимание теоретических основ применений функционального анализа; -теоретическое освоение студентами современных концепций и моделей функционального анализа; - приобретение практических навыков применения аппарата функционального анализа в математике и финансовой математике

## 1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Дисциплина «Функциональный анализ » относится к обязательной части и изучается в 5 семестре

## 1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы), 180 часов.

Виды занятий	Семестр 5	Всего часов
Общая трудоемкость		180
Аудиторные занятия, в т.ч.	85	85
Лекционные (ЛК)	34	34
Практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	51	51
Лабораторные (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа студентов (СРС)	59	59

Форма промежуточной аттестации в семестре	Экзамен	36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения образовательной программы		Планируемые результаты обучения по дисциплине
Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины	Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности
ОПК-1	ОПК-1.1. Знает: основные понятия, факты, концепции, принципы математики, информатики и естественных наук для решения практических задач, связанных с прикладной математикой и информатикой	Знать: базовые термины и теории функционального анализа и простейшие случаи их применения; основные математические теории функционального анализа и их применение при изучении математических дисциплин; методологические основы исследовательской деятельности, подходы к анализу результатов научного исследования
ОПК-1	ОПК-1.2. Умеет применять на практике математические модели и компьютерные технологии для решения практических задач, возникающих в профессиональной деятельности	Уметь: применять методы функционального анализа для решения математических задач, а также построения и анализа моделей в экономике и информатике; применять методы функционального анализа для решения стандартных математических задач; выявлять методологические основы исследовательской деятельности
ОПК-1	ОПК-1.3. Владеет умением выполнять стандартные практические задачи,	Владеть: навыками применения современного математического инструментария для решения задач экономики и информатики;

	возникающих в профессиональной деятельности	методикой построения, анализа и применения математических моделей в экономике и информатике
ПК-2	ПК-2.1. Обладает: базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий	Знать: основы функционального анализа (метрические пространства, банаховы пространства и анализ функционалов и операторов в банаховых пространствах, преобразование Фурье) необходимые для успешного изучения математических и теоретико-информационных дисциплин, решения задач, возникающих в профессиональной сфере; экономических задач, задач, возникающих в информатике; вычленять научную проблему из заданной стохастической модели; прогнозировать и планировать исследовательскую работу по изучению экономических процессов
ПК-2	ПК-2.2. Умеет разрабатывать и реализовать алгоритмы математических моделей, в том числе на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	Уметь: выявлять существенные свойства и признаки исследуемых процессов, составлять модели, анализировать и оценивать различные модели с помощью методов функционального анализа; вычленять научную проблему из заданной модели; прогнозировать и планировать исследовательскую работу по изучению экономических процессов
ПК-2	ПК-2.3. Владеет практическим опытом применения указанных выше методов и технологий	Владеть: использованием различных методов оценки, расчета и анализа реальных процессов, умением применять современные математические теории и информационные технологии к моделированию, обработке и интерпретации проводимых исследований; современными

		научными методами при организации и реализации исследования реальных вероятностных процессов, навыками конструирования образовательной и исследовательской деятельности в зависимости от результатов анализа научных исследований моделей
--	--	---

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

##### 3.1 Структура дисциплины для очной формы обучения

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Темы раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
					ЛК	ПЗ (СЗ)	ЛР	
1	1.1	Мощность множеств	Мощность множеств	34	8	12	0	14
2	2.1	Метрические пространства	Метрические пространства	39	9	14	0	16
3	3.1	Сходимость. Нормированные пространства	Сходимость. Нормированные пространства	34	8	12	0	14
4	4.1	Непрерывные отображения	Непрерывные отображения	37	9	13	0	15
Итого				144	34	51	0	59

#### 3.2. Содержание разделов дисциплины

##### 3.2.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Мощность	Мощность множеств. Счетные	8

		множеств	множества, их свойств. Свойства континуальных множества, примеры. Теорема о мощности множества всех подмножеств. Теорема о мощности множества непрерывных функций. Теорема о мощности множества всех функций	
2	2.1	Метрические пространства	Метрические пространства. Предел последовательности. Полные метрические пространства	9
3	3.1	Сходимость. Нормированные пространства	Сходимость. Нормированные пространства. . Операторы. Предел. Непрерывность. Оператор сжатия. Его непрерывность. Теорема Банаха.	8
4	4.1	Непрерывные отображения	Непрерывные отображения. Нормированные пространства. Теорема о связи нормированных и метрических пространств. Примеры нормированных пространств. Евклидовы пространства. Теорема о связи евклидовых и нормированных и метрических пространств	9

### 3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Мощность множеств	Компактные множества. Открытые множества. Структура открытых и замкнутых множеств. Установить взаимно однозначное соответствие между множествами целых чисел и натуральных чисел	12
2	2.1	Метрические пространства	Сходящиеся последовательности в метрических пространствах Доказать аксиомы метрики. Полные метрические пространства	14
3	3.1	Сходимость. Нормированные пространства	Операторы. Предел. Непрерывность. Оператор сжатия. Теорема Банаха. Применение теоремы Банаха. Нормированные пространства. Примеры нормированных пространств	12
4	4.1	Непрерывные	Евклидовы пространства.	13

		отображения	Ортогональные элементы и базис в евклидовых пространствах. Равенство Парсеваля	
--	--	-------------	--	--

### 3.2.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)

### 3.3. Содержание материалов, выносимых на самостоятельное изучение

Модуль	Номер раздела	Содержание материалов, выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной деятельности	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Замкнутые, плотные в себе, совершенные множества. Примеры. Свойства замкнутых множеств. Открытые множества, их свойства. Связь открытых и замкнутых множеств	Выполнение домашних и контрольных работ	14
2	2.1	Компактные множества. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Теорема об ограниченности компактного множества. Пример ограниченного не компактного множества	Выполнение домашних и контрольных работ	16
3	3.1	Теорема существования и единственности решения системы. Аксиомы линейных пространств и их следствия	Составление конспекта, составление терминологической системы, выполнение домашних контрольных работ, работа с кейсом предложенным преподавателем	14
4	4.1	Евклидовы пространства. Теорема о связи евклидовых и нормированных и	Составление конспекта, плана- конспекта, составление терминологической	15

		метрических пространств. Общие неравенства Коши-Буняковского и Минковского	системы (гlossария), решение задач	
--	--	--	------------------------------------	--

#### **4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлен в приложении.

[Фонд оценочных средств](#)

#### **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

##### **5.1. Основная литература**

###### **5.1.1. Печатные издания**

1. Гуревич, Александр Петрович. Сборник задач по функциональному анализу : учеб. пособие / Гуревич Александр Петрович, Корнев Владимир Викторович , Хромов Август Петрович. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 192 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная лит.)

###### **5.1.2. Издания из ЭБС**

1. 1. Кудрявцев, Лев Дмитриевич. Курс математического анализа в 3 т. Том 3 : Учебник для бакалавров / Кудрявцев Лев Дмитриевич; Кудрявцев Л.Д. - 6-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 351. <https://www.biblio-online.ru/book/5DF5043B-0826-4B08-9CF5-E8F4F92C7970> 2. 3. Никитин, Алексей Антонович. Математический анализ. Углубленный курс : Учебник и практикум / Никитин Алексей Антонович; Никитин А.А., Фомичев В.В. - 2-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 460. <https://www.biblio-online.ru/book/A654BB54-BB07-4E9F-A391-4CDC608E8075> 3. 4. Далингер, Виктор Алексеевич. Теория функций действительного переменного : Учебник и практикум / Далингер Виктор Алексеевич; Далингер В.А., Симонженков С.Д. - 2-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 242. <https://www.biblio-online.ru/book/54A76667-39A2-4B83-93F7-0288F9E09809>

##### **5.2. Дополнительная литература**

###### **5.2.1. Печатные издания**

1. 1. Колмогоров, Андрей Николаевич. Элементы теории функций и функционального анализа / Колмогоров Андрей Николаевич, Фомин Сергей Васильевич. - 7-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 572 с.

###### **5.2.2. Издания из ЭБС**

1. 2. Кудрявцев, Лев Дмитриевич. Курс математического анализа в 3 т. Том 1 : Учебник для бакалавров / Кудрявцев Лев Дмитриевич; Кудрявцев Л.Д. - 6-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 703. <https://www.biblio-online.ru/book/7C2C72EF-CCB8-46A9-8933-E57E32874DC0> 3. Кудрявцев, Лев Дмитриевич. Курс математического анализа в 3 т. Том 2 в 2 книгах. Книга 2 : Учебник / Кудрявцев Лев Дмитриевич; Кудрявцев Л.Д. - 6-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 323. <https://www.biblio-online.ru/book/085ABC9E-507F-4FC7-BCD7-661681AA3382>

### 5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Название	Ссылка
Общероссийский математический портал Math-Net.Ru	<a href="http://www.mathnet.ru">http://www.mathnet.ru</a>

### 6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, АBBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

1) 1С-Битрикс: Корпоративный портал - Компания 1С: Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях 7-Zip АBBYY FineReader Adobe Audition Adobe Flash Adobe In Design Adobe Lightroom Adobe Photoshop

2) ELCUT Студенческий 6.3

### 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование помещений для проведения учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по факультету
Учебные аудитории для проведения практических занятий	
Учебные аудитории для промежуточной аттестации	
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по кафедре
Учебные аудитории для текущей аттестации	

## 8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Практика преподавания дисциплины демонстрирует тот факт, что, несмотря на доступность необходимой информации по дисциплине (наличие учебников, учебных и учебно-методических пособий и печатном виде, в ЭБС, возможность получения информации из ресурсов сети интернет и т.д.), серьезные затруднения у студентов вызывают анализ, синтез, систематизация материала, а также выделение в нем принципиальных и существенных аспектов, отвечающим современным научным концепциям и подходам.

В связи с этим основным источником теоретического материала по дисциплине выступают лекции,

посещение которых является обязательной составляющей успешного освоения дисциплины. Для эффективного освоения материала дисциплины необходимым является выполнение следующих требований:

- обязательное посещение всех лекционных и практических занятий, способствующее системному овладению материалом курса; - все вопросы соответствующих разделов и тем по дисциплине необходимо фиксировать (на любых носителях информации);
- обязательное выполнение домашних заданий является важнейшим требованием и условием формирования целостного и системного знания по дисциплине; - обязательность личной активности каждого студента на всех занятиях по дисциплине;
- в случаях неясности каких-либо вопросов, обсуждаемых на занятиях, необходимо задать соответствующие вопросы преподавателю, а не оставлять их непонятыми;
- в случаях пропусков занятий по уважительным причинам студентам предоставляется право подготовки и представления заданий и ответов на вопросы изученного материала, с расчетом на помощь преподавателя в его усвоении;
- в случаях пропусков без уважительной причины студент обязан самостоятельно изучить соответствующий материал;
- необходимым условием является самостоятельность и инициативность студентов при контроле набора баллов по дисциплине для успешного прохождения промежуточной аттестации.

Порядок организации самостоятельной работы студентов Самостоятельная работа студентов предполагает:

- самостоятельный поиск, обработку (анализ, синтез, обобщение и систематизацию), адаптацию необходимой по дисциплине информации;
- выполнение заданий для самостоятельной работы;
- изучение и усвоение теоретического материала, представленного на лекционных занятиях и в соответствующих литературных источниках (рекомендуемая основная и дополнительная литература);
- самостоятельное изучение отдельных вопросов курса;
- подготовка к практическим и семинарским занятиям, в соответствии с рекомендациями преподавателя (выполнение конкретных заданий, соответствующие организационные действия и т.д.).

Как правило, организация самостоятельной работы предполагает:

- постановку цели;
- составление соответствующего плана;
- поиск, обработку информации;
- представление результатов работы.

Методические рекомендации по отдельным видам учебно-познавательной деятельности студентов Методические рекомендации при подготовке к практическим занятиям

Для повышения эффективности проведения практических занятий необходимо учитывать

все рекомендации по подготовке к ним, которые даются преподавателем в начале каждого модуля ( формулируются соответствующие задания, проблемно-ориентированные вопросы, представляются рекомендации по методике организации различных форм проведения занятий и т.д .). Определенные формы и методы работы на занятиях требуют предварительной самостоятельной подготовки студентов (например, внутригрупповая и межгрупповая дискуссии, ролевые игры, подготовка итогового семестрового проекта и т.д.). Поэтому необходимо фиксировать все рекомендации преподавателя по подготовке к занятиям.

Для эффективного освоения материала дисциплины в ходе практических занятий необходимо выполнение следующих требований:

- четко понимать цели предстоящих занятий (предварительно формулируются преподавателем):
- владеть навыками поиска, обработки, адаптации и презентации необходимого материала;
- уметь четко формулировать и отстаивать собственный взгляд на рассматриваемые проблемные вопросы, который необходимо подкреплять адекватной аргументацией;
- уметь выделять и формулировать противоречия по рассматриваемым проблемам, понимая их источники;
- владеть навыками публичного выступления (логично, ясно и лаконично излагать свои мысли; адекватно оценивать восприятие и понимание слушателями представляемого материала; отвечать на задаваемые вопросы; приводить адекватные и убедительные аргументы в защиту своей позиции и т.д.);
- уметь критически оценивать собственные знания, умения и навыки в динамике в сравнении с таковыми у других, с целью раскрытия дополнительных возможностей их развития;
- при подготовке к занятиям обязательно изучить рекомендуемую литературу;
- оценить различные точки зрения на проблемные вопросы нескольких исследователей, а не ограничиваться рассмотрением позиции одного автора;
- при формулировке собственной точки зрения предусмотреть убедительную ее аргументацию и возможность возникновения спорных ситуаций;
- владеть навыками работы в команде (при выполнении определенных заданий, предполагающих работу в микрогруппах, при проведении ролевых игр, дискуссий и т.д.).

Семинар – вид практических занятий, предусматривающий самостоятельную проработку студентами отдельных тем и проблем с содержанием учебной дисциплины и последующим представлением и обсуждением результатов этого изучения (в различных формах). Семинары представляют собой своеобразный синтез теоретической подготовки студентов с практической. Основной дидактической целью семинаров выступает оптимальное сочетание лекционных занятий с систематической самостоятельной учебно-познавательной деятельностью студентов.

Разработчик/группа разработчиков:  
Святослав Евгеньевич Холодовский

**Типовая программа утверждена**

Согласована с выпускающей кафедрой  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.