МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Факультет математики и естественных наук

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский
_____ «___»_____20__г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Дополнительные главы функционального анализа Б1.В.ДВ.15

Направление подготовки: 44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Профиль подготовки: Математика и физика
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):
Анисимова Т.И. , Кожевникова Лариса Михайловна

Рецензент(ы):
Миронов А.Н.

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Анисимова Т. И.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г
Учебно-методическая комиссия Елабужского института КФУ (Факультет математики и естественных наук):
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No 1016736018

Казань
2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Анисимова Т.И. Кафедра математики и прикладной информатики Факультет математики и естественных наук , TIAnisimova@kpfu.ru ; Кожевникова Лариса Михайловна

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины 'Дополнительные главы функционального анализа' являются:

? изучение и научное обоснование новых понятий (линейные функционалы и операторы, слабая сходимость, обобщенные функции и производные);

? освоение методики решения задач функционального анализа;

? совершенствование навыков абстрактного мышления.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.15 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 5 курсе, 10 семестр.

Для освоения дисциплины 'Дополнительные главы функционального анализа' используются знания, умения, навыки, способы деятельности и установки, полученные и сформированные в ходе изучения следующих дисциплин: 'Математический анализ', 'Алгебра', 'Геометрия'.

Освоение данной дисциплины является основой для последующего изучения дисциплин 'Методы математической физики', а также курсов по выбору студентов.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-11 (профессиональные компетенции)	готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования
ПК-6 (профессиональные компетенции)	готовностью к взаимодействию с участниками образовательного процесса

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия функционального анализа

2. должен уметь:

применять основные методы функционального анализа

3. должен владеть:

навыками решения задач по функциональному анализу.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 10 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Линейные операторы	10		2	2	0	Письменная работа Устный опрос
2.	Тема 2. Пространство ограниченных линейных операторов	10		2	2	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Обратные операторы	10		2	2	0	Устный опрос
4.	Тема 4. Замкнутые операторы	10		2	2	0	Устный опрос
5.	Тема 5. Непрерывные линейные функционалы	10		2	2	0	Устный опрос
6.	Тема 6. Сопряженные пространства	10		2	2	0	Устный опрос
7.	Тема 7. Слабая сходимость, рефлексивность	10		4	2	0	Устный опрос
8.	Тема 8. Сопряженные операторы	10		4	4	0	Устный опрос
9.	Тема 9. Компактные множества в нормированных пространствах	10		4	4	0	Устный опрос
10.	Тема 10. Линейные вполне непрерывные операторы	10		4	4	0	Устный опрос
.	Тема . Итоговая форма контроля	10		0	0	0	Зачет
	Итого			28	26	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Линейные операторы

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Операторы. Линейные операторы. Непрерывные линейные операторы. Ограниченные линейные операторы.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Линейные операторы. Непрерывные линейные операторы. Ограниченные линейные операторы.

Тема 2. Пространство ограниченных линейных операторов

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Нормированное пространство L(X,Y). Равномерная и сильная сходимости.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Равномерная и сильная сходимости в пространстве L(X,Y). Принцип равномерной ограниченности.

Тема 3. Обратные операторы

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Критерий существования ограниченного обратного оператора, теорема Банаха.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Обратные операторы. Множество нулей N(A). Левый и правый обратные операторы.

Тема 4. Замкнутые операторы

лекционное занятие (2 часа(ов)):

График оператора, замкнутый оператор

практическое занятие (2 часа(ов)):

Теорема Банаха о замкнутом графике и ее следствия.

Тема 5. Непрерывные линейные функционалы

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Теорема Хана-Банаха и ее следствия.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Линейные непрерывные функционалы, норма функционала.

Тема 6. Сопряженные пространства

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Теорема Рисса об общем виде линейных функционалов в гильбертовом пространстве.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Два вида сходимости в сопряженном пространстве.

Тема 7. Слабая сходимость, рефлексивность

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Рефлексивные пространства.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Слабая сходимость в нормированных пространствах.

Тема 8. Сопряженные операторы

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Определение сопряженного оператора, самосопряженные операторы, неотрицательные операторы.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Определение симметрического оператора, операторы ортогонального проектирования.

Тема 9. Компактные множества в нормированных пространствах

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Компактные множества в нормированных пространствах, критерий компактности Хаусдорфа, следствия из теоремы Хаусдорфа. Компактность и конечномерность, слабая компактность.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Компактные и бикомпактные множества. Теорема Арцела.

Тема 10. Линейные вполне непрерывные операторы

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Вполне непрерывные операторы и слабая сходимость, теорема Шаудера.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Вполне непрерывные операторы, примеры вполне непрерывных операторов.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Линейные операторы	10		подготовка к письменной работе	4	Письменная работа
				подготовка к устному опросу	4	Устный опрос
2.	Тема 2. Пространство ограниченных линейных операторов	10		подготовка к устному опросу	6	Устный опрос
3.	Тема 3. Обратные операторы	10		подготовка к устному опросу	6	Устный опрос
4.	Тема 4. Замкнутые операторы	10		подготовка к устному опросу	6	Устный опрос
5.	Тема 5. Непрерывные линейные функционалы	10		подготовка к устному опросу	6	Устный опрос
6.	Тема 6. Сопряженные пространства	10		подготовка к устному опросу	4	Устный опрос
7.	Тема 7. Слабая сходимость, рефлексивность	10		подготовка к устному опросу	4	Устный опрос
8.	Тема 8. Сопряженные операторы	10		подготовка к устному опросу	4	Устный опрос
9.	Тема 9. Компактные множества в нормированных пространствах	10		подготовка к устному опросу	4	Устный опрос
10.	Тема 10. Линейные вполне непрерывные операторы	10		подготовка к устному опросу	6	Устный опрос
	Итого				54	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

В преподавании дисциплины используются следующие образовательные технологии:

Информационные технологии - обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам (теоретически к неограниченному объему и скорости доступа), увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки и объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

Проблемное обучение - стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Контекстное обучение - мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Междисциплинарное обучение - использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

Опережающая самостоятельная работа - изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Линейные операторы

Письменная работа , примерные вопросы:

1. Доказать, что оператор является линейным и ограниченным и найти его норму. 2. Доказать, что функционал является линейным непрерывным и найти норму. 3. Доказать, что оператор непрерывно обратим.

Устный опрос , примерные вопросы:

Операторы. Линейные операторы. Непрерывные линейные операторы.Ограниченные линейные операторы.

Тема 2. Пространство ограниченных линейных операторов

Устный опрос , примерные вопросы:

Нормированное пространство L(X,Y). Равномерная и сильная сходимости в пространстве L(X,Y). Принцип равномерной ограниченности.

Тема 3. Обратные операторы

Устный опрос , примерные вопросы:

Критерий существования ограниченного обратного оператора, теорема Банаха.Обратные операторы. Множество нулей N(A). Левый и правый обратные операторы.

Тема 4. Замкнутые операторы

Устный опрос , примерные вопросы:

График оператора, замкнутый оператор. Теорема Банаха о замкнутом графике и ее следствия.

Тема 5. Непрерывные линейные функционалы

Устный опрос , примерные вопросы:

Теорема Хана-Банаха и ее следствия. Линейные непрерывные функционалы, норма функционала.

Тема 6. Сопряженные пространства

Устный опрос , примерные вопросы:

Теорема Рисса об общем виде линейных функционалов в гильбертовом пространстве. Два вида сходимости в сопряженном пространстве.

Тема 7. Слабая сходимость, рефлексивность

Устный опрос , примерные вопросы:

Рефлексивные пространства. Слабая сходимость в нормированных пространствах.

Тема 8. Сопряженные операторы

Устный опрос , примерные вопросы:

Определение симметрического оператора, операторы ортогонального проектирования. Определение сопряженного оператора, самосопряженные операторы, неотрицательные операторы.

Тема 9. Компактные множества в нормированных пространствах

Устный опрос , примерные вопросы:

Компактные множества в нормированных пространствах, критерий компактности Хаусдорфа, следствия из теоремы Хаусдорфа. Компактность и конечномерность, слабая компактность. Компактные и бикомпактные множества. Теорема Арцела

Тема 10. Линейные вполне непрерывные операторы

Устный опрос , примерные вопросы:

Вполне непрерывные операторы и слабая сходимость, теорема Шаудера, примеры вполне непрерывных операторов.

Итоговая форма контроля

зачет

Примерные вопросы к зачету:

1. Операторы (определение оператора, взаимно однозначные операторы, суперпозиция операторов, операторы в н.п., предел и непрерывность)

2. Линейные операторы (определение л.о., непрерывные л.о., ограниченные л.о., их эквивалентность, примеры л.о.)

3. Пространства л.о. (нормированное пространство L(X,Y), равномерная сходимость л.о., ряды в L(X,Y), пространство L(X))

4. Пространства л.о. (сильная сходимость в L(X,Y), принцип равномерной ограниченности)

5. Пространства л.о. (продолжение л.о. по непрерывности)

6. Обратные операторы (множество нулей N(A), критерий существования ограниченного обратного оператора, теорема Банаха)

7. Обратные операторы (примеры о.о., левый и правый о.о.)

8. Прямая сумма б.п., график оператора, замкнутый оператор

9. Теорема Банаха о замкнутом графике и ее следствия, норма графика и эквивалентные ей нормы.

10. Теорема Хана-Банаха и ее следствия.

11. Сопряженные пространства (два вида сходимости в сопряженном пространстве, теорема Рисса об общем виде линейных функционалов в гильбертовом пространстве)

12. Сопряженные пространства (рефлексивные пространства, слабая сходимость в нормированных пространствах).

13. Сопряженные и самосопряженные операторы (определение сопряженного оператора, самосопряженные операторы)

14. Сопряженные и самосопряженные операторы (неотрицательные операторы, определение симметрического оператора, операторы ортогонального проектирования)

15. Компактные множества в нормированном пространстве (компактные множества, бикомпактные множества)

16. Компактные множества в нормированном пространстве (компактные множества в нормированных пространствах, критерий компактности Хаусдорфа, следствия из теоремы Хаусдорфа)

17. Компактные множества в нормированном пространстве (компактность и конечномерность, слабая компактность)

18. Компактные множества в нормированном пространстве (теорема Арцела)

19. Линейные вполне непрерывные операторы (определение вполне непрерывного оператора, вполне непрерывные операторы и слабая сходимость)

20. Линейные вполне непрерывные операторы (теорема Шаудера, примеры вполне непрерывных операторов).

7.1. Основная литература:

1. Хелемский А.Я. Лекции по функциональному анализу. - М.: МЦНМО, 2014. - 560 с. - URL: https://e.lanbook.com/reader/book/56415/#5

2. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. - 7-е изд. - М.: Физматлит, 2009. - 572 с. - URL: https://e.lanbook.com/reader/book/2206/#1

3. Задачи по теории функций и функциональному анализу с решениями: Учебное пособие / Т.А. Леонтьева, А.В. Домрина. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 164 с. - URL: http://znanium.com/bookread2.php?book=377270

7.2. Дополнительная литература:

1. Люстерник Л.А., Соболев В.И. Краткий курс функционального анализа. - 2-е изд.,стер. - СПб: Лань, 2009. - 272 с. - URL: https://e.lanbook.com/reader/book/245/#1

2. Треногин В.А. Функциональный анализ [Электронный ресурс]: учебник. - М.: Физматлит, 2002. - 488 с. - URL: https://e.lanbook.com/reader/book/2340/#1

3. Треногин, В.А. Задачи и упражнения по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Треногин, Б.М. Писаревский, Т.С. Соболева. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2005. - 240 с. - URL: https://e.lanbook.com/reader/book/2342/#2

4. Лебедев, В.И. Функциональный анализ и вычислительная математика [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2005. - 296 с. - URL: https://e.lanbook.com/reader/book/59277/#2

7.3. Интернет-ресурсы:

Бесплатный ресурс для студентов - http://math24.ru/calculus-list.html

Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов - http://edu.ru/

Образовательный математический сайт - http://www.exponenta.ru/

Учебные материалы - http://www.4tivo.com/education/6197-funkcionalnyjj-analiz.-kurs-lekcijj..html

Учебные пособия -
http://www.4tivo.com/education/5097-uolter-rudin.-funkcionalnyjj-analiz-1975.html
http://www.4tivo.com/education/6222-vvedenie-v-funkcionalnyjj-analiz.html

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Дополнительные главы функционального анализа" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Освоение данной дисциплины предполагает использование следующего материально-технического обеспечения: проектор, экран и интерактивная трибуна.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 44.03.05 "Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)" и профилю подготовки Математика и физика .

Автор(ы):
Анисимова Т.И. _____
Кожевникова Лариса Михайловна _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Миронов А.Н. _____
"__" _____ 201 __ г.