МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра математики и физики

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
_____________Е.И.Луковникова
«_____» декабря 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Б1.В.19

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

01.03.02 Прикладная математика и информатика

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ
Инженерия программного обеспечения

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ **Стр.**

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к научно-исследовательскому виду профессиональной деятельности в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Целью изучения дисциплины является изучение основных математических понятий, их взаимосвязи и развития, а также отвечающих им методов расчёта, используемых для анализа, моделирования и решения прикладных задач.

Задачи дисциплины

– развитие алгоритмического и логического мышления обучающихся,
– овладение методами исследования и решения задач функционального анализа,
– выработка умения самостоятельно расширять свои математические знания и проводить математический анализ прикладных задач.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-1	Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	**знать:** -основные понятия и классы задач функционального анализа **уметь:** – использовать базовые знания функционального анализа для решения различных задач **владеть:** - основными фактами, концепциями, принципами теорий, связаннми с прикладной математикой и информатикой
ПК-2	Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	**знать:** - проблемы современной математики и основные направления её развития ; **уметь:** - понимать и применять математический аппарат функционального анализа к решению профессиональных задач **владеть:** – аналитическими и графическими методами решения задач функционального анализа.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.19 Функциональный анализ относится к вариативной части и обязательна для изучения.

Дисциплина Функциональный анализ базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: Алгебра и геометрия, Теория вероятностей и математическая статистика.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Функциональный анализ представляет основу для изучения дисциплины Экспертные системы.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	*Курс*	*Семестр*	*Трудоемкость дисциплины в часах*						*Контрольная работа*	*Вид промежуточной аттестации*
			Всего часов (с экз.)	*Аудиторных часов*	*Лекции*	*Лабораторные работы*	*Практические занятия*	*Самостоятельная работа*		
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Очная	2	4	72	36	18	-	18	36	кр	Зачет
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	*Трудо-емкость (час.)*	*в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)*	*Распределение по семестрам, час*
			4
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	**36**	**-**	**36**
Лекции (Лк)	18	-	18
Практические занятия (ПЗ)	18	-	18
Контрольная работа*	+	-	+

Групповые (индивидуальные) консультации*	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	**36**	**-**	**36**
Подготовка к практическим занятиям	10	-	10
Выполнение контрольной работы	10		10
Подготовка к зачету	16	-	16
III. Промежуточная аттестация зачет	+	**-**	+
Общая трудоемкость дисциплины час.	72	-	72
зач. ед.	2	-	2,0

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раз-дела и темы	*Наименование раздела и тема дисциплины*	*Трудоем-кость, (час.)*	*Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)*		
			учебные занятия		*самостоятельная работа обучаю-щихся**
			лекции	*практические занятия*	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1.	**Бесконечномерные пространства функций**	**72**	**18**	**18**	**36**
1.1.	Линейные пространства	17	4	4	9
1.2.	Нормированные пространства	17	4	4	9
1.3.	Линейные функционалы	17	4	4	9
1.4.	Линейные операторы	21	6	6	9
	ИТОГО	**72**	**18**	**18**	**36**

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№ раздела и темы	*Наименование раздела и темы дисциплины*	*Содержание лекционных занятий*	*Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)*
1	**2**	**3**	**4**
1.	**Бесконечномерные пространства функций**		
1.1.	Линейные пространства	Понятие линейного пространства. Подпространства. Фактор-пространства. Метрики. Метрические пространства. Понятие полноты.	-

1.2.	Нормированные пространства	Определение и примеры нормированных пространств. Подпространства нормированного пространства. Теорема Хана-Банаха. Фактор-постранства. Евклидовы пространства.	-
1.3.	Линейные функционалы	Непрерывные линейные функционалы в топологических линейных пространствах. Линейные функционалы на нормированных пространствах. Теорема Хана-Банаха в нормированных пространствах. Сопряженное пространство. Сходимость.	-
1.4.	Линейные операторы	Определение и примеры нелинейных операторов. Обратный оператор. Сопряженный оператор в евклидовом пространстве. Спектр оператора.	-

4.3. Лабораторные работы

учебным планом не предусмотрено

4.4. Практические занятия

№ п/п	*Номер раздела дисциплины*	*Наименование тем практических занятий*	*Объем (час.)*	*Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)*
1	**1.**	Линейные и нормированные пространства	9	-
2		Линейные функционалы и линейные операторы	9	-
		ИТОГО	**18**	**-**

4.5. Контрольные мероприятия: контрольная работа

Контрольная работа выполняется как индивидуальное домашнее задание. Зачтенные работы оформляются и включаются в портфолио обучающегося.

Цель: Проверить навыки решения базовых задач.

Структура:

Задача 1. Линейные пространства.

Задача 2. Линейный функционал.

Задача 3. Свойства линейного оператора.

Основная тематика: Линейные пространства и функционалы.

Рекомендуемый объем: 3 задания.

Выдача задания , прием кр проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

Оценка	Критерии оценки контрольной работы
отлично	Верное выполнение всех заданий с подробным пояснением их решения.
хорошо	Выполнение всех заданий с незначительными ошибками или с неточностями в пояснениях.
удовлетворительно	Выполнение части заданий (не менее половины) с 2-3 грубыми

	ошибками или недоведением решения до конца. Отказ в пояснении части выполненных заданий.
неудовлетворительно	Выполнение менее половины всех заданий. Или выполнение боле 50% заданий, но с большим количеством (более 3) грубых ошибок.

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции ***№, наименование разделов дисциплины***	***Кол-во часов***	***Компетенции***		***Σ комп.***	***$t_{ср}$, час***	***Вид учебных занятий***	***Оценка результатов***
		ОПК	***ПК***				
		1	***2***				
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
1. Бесконечномерные пространства функций	72	+	+	2	36	Лк, ПЗ	Зачет, кр
всего часов	**72**	**36**	**36**	**2**	**36**		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Багинова, Т. Г. Математика. Теория функций комплексной переменной : методические указания / Т. Г. Багинова, Р. С. Бекирова, К. Г. Саакян. - Братск : БрГУ, 2010. - 86 с Рекомендации к самостоятельной работе: стр 12-84;

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	***Наименование издания***	***Вид заня-тия***	***Количество экземпляров в библиотеке,* шт.**	***Обеспечен-ность,* (*экз./ чел.*)**
1	**2**	**3**	**4**	**5**
	Основная литература			
1.	Ларионов, А. С. Математика. Теория функций действительного переменного : учеб. пособие / А. С. Ларионов, О. А. Козик. - Братск : БрГУ, 2009. - 88 с.	Лк, ПЗ, кр	74	1
2.	Крепкогорский, В.Л. Функциональный анализ : учебное пособие / В.Л. Крепкогорский - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 116 с. : табл., граф., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1650-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428727 .	Лк, кр	ЭР	1
	Дополнительная литература			
3.	Люстерник, Л. А. Краткий курс функционального анализа : учебное пособие для вузов / Л. А. Люстерник, В. И. Соболев. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2009. - 272 с.	ПЗ	6	0,35
4.	Багинова, Т. Г. Математика. Теория функций комплексной переменной : методические указания / Т. Г. Багинова, Р. С. Бекирова, К. Г. Саакян. - Братск : БрГУ, 2010. - 86 с.	кр, СР	104	1

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ
http://ecat.brstu.ru/catalog .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
http://biblioclub.ru .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»
http://e.lanbook.com .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
http://window.edu.ru .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU http://elibrary.ru .

7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) https://uisrussia.msu.ru/ .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search /.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Обучающийся должен разработать собственный режим равномерного освоения дисциплины. Подготовка студента к предстоящей лекции включает в себя ряд важных познавательно-практических этапов:

– чтение записей, сделанных в процессе слушания и конспектирования предыдущей лекции, вынесение на поля всего, что требуется при дальнейшей работе с конспектом и учебником;
– техническое оформление записей (подчеркивание, выделение главного, выводов, доказательств);
– выполнение практических заданий преподавателя;
– знакомство с материалом предстоящей лекции по учебнику и дополнительной литературе.

Наиболее продуктивной является самостоятельная работа. Она складывается из чтения учебников и методических пособий, решения задач, выполнения контрольных заданий. Обучающийся должен помнить, что только при систематической и упорной самостоятельной работе можно качественно освоить учебный материал.

В процессе изучения дисциплины обучающийся должен выполнить контрольную работу, основной целью которых является оказание помощи обучающемуся в его самостоятельной работе.

Завершающим этапом изучения данной дисциплины в соответствии с учебным планом является сдача зачета. На зачете обучающийся должен: проявить умение применять теоретические сведения к решению задач на отыскание оптимальных игровых стратегий; знание теоретических основ курса на уровне определений, теорем, формул; умение выбирать методы анализа игровых ситуаций и оценки выбранных решений.

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ

<u>Практическое занятие №1</u>

Линейные и нормированные пространства
<u>Цель работы:</u>

Изучить свойства линейных пространств . Научиться строить линейные и нормированные пространства.
<u>Теоретические сведения</u>
Пусть X — произвольное множество. На этом множестве можно ввести понятие расстояния. Отображение ρ : X × X → R называется метрикой, если для любых x, y, z X оно удовлетворяет следующим условиям (аксиомам метрики): M1) ρ(x, y) ≥ 0; ρ(x, y) = 0 x = y (аксиома тождества); M2) ρ(x, y) = ρ(y, x) (аксиома симметрии); M3) ρ(x, z) ≤ ρ(x, y) + ρ(y, z) (неравенство треугольника). Пара (X, ρ) называется метрическим пространством, а число ρ(x, y) — расстоянием между элементами x и y.

<u>Задание:</u>

Исследовать на равномерную сходимость функциональную последовательность)3( )(7 − = xn n f x на множестве E=(0; 3).

Решение:

Найдем предельную функцию. Поскольку x ∈)3;0(, то выражение (x −)3 < 0 . Значит, при любом фиксированном x из E 0 7 1 lim)(lim7 lim)3( )3(= = = − ∞→ − ∞→ ∞→ n x n xn n n n f x .

Для того чтобы найти sup | f x)(f x |)(n Ex − , найдем корни уравнения)(7 ln 7 0)3(′ = = xn − f n x n . Равенство не выполняется ни для каких значений x. Поскольку)(7 ln 7 0)3(′ = > xn − f n x n при любых значениях x, то функция f x)(n возрастает на промежутке (0; 3). Значит, limsup |)(− |)(= lim)(=)3(= 1 ≠ 0 ∞→ ∈ ∞→ n n n n Ex n f x f x f x f , следовательно, последовательность сходится неравномерно.

Ответ: сходится неравномерно.

Задание

Проверить сходимость последовательности xn в метрических пространствах s, l (p≥1) или m. p

1. Проверить сходимость последовательности xn в пространствах s и m, если xn,k=1 при k=n и xn,k=0 при k≠n.

Решение.

x1={1,0,0,0,…},

x2={0,1,0,0,…},

x3={0,0,1,0,…},…

Покоординатный предел существует и равен θ={0,0,0,0,…}.

Поскольку покоординатная сходимость равносильна сходимости по метрике s, то xn→θ в s.

Однако в пространстве m limn→∞ρ(xn,θ)= limn→∞1=1≠0, поэтому θ не является пределом xn по метрике пространства m. А тогда у xn

Вообще не может быть предела в m, то есть последовательность xn не является сходящейся в m.

Форма отчетности: Выполнить задание в тетради и использовать его при подзотовке к зачету и контрольной работы

Задания для самостоятельной работы:

1. Доказать, что для любых четырех точек x,y,z,t метрического пространства (X,ρ) справедливы неравенства:

1) |ρ(x,z)- ρ(y,z)|≤ ρ(x,y);

2) |ρ(x,z)- ρ(y,t)|≤ ρ(x,y)+ρ(z,t).

2. Доказать, что аксиомы метрического пространства эквивалентны следующим двум аксиомам:

1) ρ(x,y)=0⇔x=y;

2) ρ(x,y)≤ ρ(x,z)+ ρ(y,z).

3. Пусть ρ(x,y) – метрика на множестве X. Доказать, что функцииρ1(x,y)= ρ(x,y)/(1+ρ(x,y)), ρ2(x,y)=min{ρ(x,y), 1} являются метриками на X.

4. Доказать, что следующие множества с заданными на них метриками являются полными метрическими пространствами.

1) Множество lp, p≥1, числовых последовательностей x=(x1,x2,…), ∞ удовлетворяющих условию ∑ k=1|xk| <∞, с метрикой
p

ρ(x,y)=(∑∞k=1|xk-yk|p)1/p;

2) множество l_∞ всех ограниченных числовых последовательностей $x=(x_1,x_2,\ldots)$ с метрикой $\rho(x,y)=\sup_k|x_k-y_k|$;

3) множество l_∞^0 всех числовых последовательностей $x=(x_1,x_2,\ldots)$, стремящихся к нулю, с метрикой $\rho(x,y)=\max_k|x_k-y_k|$;

4) множество s всех числовых последовательностей $x=(x_1,x_2,\ldots)$ с метрикой $\rho(x,y)=\sum_{k=1}^{\infty} 2^{-k}|x_k-y_k|/(1+|x_k-y_k|)$;

5) множество $C[a,b]$ всех непрерывных функций на отрезке $[a,b]$ с метрикой $\rho(x,y)=\max_{t\in[a,b]}|x(t)-y(t)|$;

6) множество $C^m[a,b]$ всех функций на отрезке $[a,b]$, имеющих непрерывные производные до порядка m включительно, с метрикой $\rho(x,y)=\sum_{k=0}^{m} \max_{t\in[a,b]}|x^{(k)}(t)-y^{(k)}(t)|$;

7) множество $CB[a,b]$ всех ограниченных непрерывных функций на интервале (a,b) с метрикой $\rho(x,y)=\sup_{t\in(a,b)}|x(t)-y(t)|$;

8) множество $B[a,b]$ всех ограниченных функций на интервале (a,b) с метрикой $\rho(x,y)=\sup_{t\in(a,b)}|x(t)-y(t)|$;

9) множество $L_2(a,b)$ функций $x(t)$, удовлетворяющих условию $\int_a^b|x(t)|^2dt<\infty$, с метрикой $\rho(x,y)=\left(\int_a^b |x(t)-y(t)|^2 dt\right)^{1/2}$;

10) множество $H_1[a,b]$ функций, удовлетворяющих на отрезке $[a,b]$ условию Липшица $|x(t_1)-x(t_2)|\le C|t_1-t_2|$, с метрикой $\rho(x,y)=\max_{t\in[a,b]}|x(t)-y(t)|+\sup_{a\le t_1\le t_2\le b}|x(t_1)-y(t_1)-x(t_2)+y(t_2)|/|t_1-t_2|$.

11) множество m ограниченных числовых последовательностей $x=(x_1,x_2,\ldots)$ с метрикой $\rho(x,y)=\sup_i|x_i-y_i|$.

12) множество c сходящихся числовых последовательностей $x=(x_1,x_2,\ldots)$, где $\lim_{i\to\infty}x_i=a$, с метрикой $\rho(x,y)=\sup_i|x_i-y_i|$.

5. Являются ли следующие множества с заданными на них метриками полными метрическими пространствами:

1) множество целых чисел с метрикой $\rho(m,n)=|e^{im}-e^{in}|$;
2) множество натуральных чисел с метрикой $\rho(m,n)=1+1/(m+n)$, если $m\ne n$, $\rho(m,n)=0$, если $m=n$;
3) множество $L_p(a,b)$ $(p\ge1)$ функций $x(t)$, удовлетворяющих условию $\int_a^b|x(t)|^pdt<\infty$, с метрикой $\rho(x,y)=\left(\int_a^b |x(t)-y(t)|^p dt\right)^{1/p}$;
4) множество $C_1[0,1]$ с метрикой $\rho(x,y)=\int_0^1|x(t)-y(t)|dt$;
5) множество $C_p[0,1]$ $(p\ge1)$ с метрикой $\rho(x,y)=\left(\int_0^1|x(t)-y(t)|^pdt\right)^{1/p}$;
6) множество финитных числовых последовательностей с метрикой $\rho(x,y)=\max_k|x_k-y_k|$?

6. Будут ли указанные ниже множества метрическими пространствами:

1) множество всех действительных чисел с метрикой $\rho(x,y)=\sin^2(x-y)$;
2) множество всех действительных чисел с метрикой $\rho(x,y)=|\operatorname{arctg}x-\operatorname{arctg}y|$;
3) множество точек плоскости (x,y) с метрикой $\rho(x,y)= | x_2-$

x1|+| y2-y1|;

4) множество всех прямых на плоскости l: x·cosα+y·sinα-p=0 с метрикой ρ(l1,l2)=| p1-p2|+| sinα1- sinα2|?

7. Показать, что пространства нормированы относительно указанных норм. Показать полноту каждого пространства.

1) Rn, ||x||=(∑nk=1|xk|2)1/2;
2) lp, ||x||=(∑nk=1|xk|p)1/p, (1≤p<∞);

3) l∞, ||x||=supk|xk|;
4) c, ||x||=supk|xk|;
5) l0∞, ||x||=supk|xk|;
6) Lp(a,b), ||x||=(∫ab|x(t)|pdt)1/p;
7) C[a,b], ||x||=supa≤t≤b|x(t)|;
8) L∞(a,b), ||x||=esssupa≤t≤b|x(t)|;
9) B(R), ||x||=supt∈R|x(t)|;
10) Cl[a,b], ||x||=∑k=0 lmaxa≤t≤b|x(k)(t)|.

8. Доказать утверждения:

1) конечномерное пространство полно;
2) конечномерное подпространство нормированного пространства замкнуто.

9. Проверить, сеперабельны ли пространства:

1) lp, 1≤p<∞;
2) l0∞;
3) l∞;
4) Lp, 1≤p<∞;
5) L∞;
6) Rn;
7) C[a,b];
8) Cl[a,b].

<u>Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию</u>

1. Ознакомиться с заданием;
2. Изучить теоретические сведения, полученные на лекции;
3. Ознакомиться с примерами решения подобных задач в учебной литературе;
4. Выполнить задание в тетради.

Основная литература

1. Ларионов, А. С. Математика. Теория функций действительного переменного : учеб. пособие / А. С. Ларионов, О. А. Козик. - Братск : БрГУ, 2009. - 88 с.

Дополнительная литература

1. Люстерник, Л. А. Краткий курс функционального анализа : учебное пособие для вузов / Л. А. Люстерник, В. И. Соболев. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2009. - 272 с.
2. Багинова, Т. Г. Математика. Теория функций комплексной переменной : методические указания / Т. Г. Багинова, Р. С. Бекирова, К. Г. Саакян. - Братск : БрГУ, 2010. - 86 с.

<u>Контрольные вопросы для самопроверки</u>

1. Основные задачи исследования операций
2. Дайте определение целевой функции.
3. Что такое платежная матрица?

Практическое занятие № 2

Цель работы: Изучить свойства функционалов и операторов. Научиться применять различные критерии для игр с природой

Задание:

Проверить сходимость последовательности x_n в пространстве m, если $x_{n,k}=n\sin(1/(nk))$.

Решение.

Т.к. при $x>0$ $\sin x<x$, то $0<x_{n,k}<n\cdot 1/(nk)\le 1$. Поэтому $x_n\in m$.
Вычислим пределы координат по первому замечательному пределу:

$y_k=\lim_{n\to\infty}x_{n,k}=\lim_{n\to\infty}(1/k\cdot\sin(1/(nk))/(1/(nk)))=1/k$.
Т.к. $0<1/k\le 1$, то покоординатный предел $y=\{1,1/2,1/3,\ldots\}\in m$.
В пространстве m
$\rho(x_n,y)=\sup_k|x_{n,k}-y_k|=\sup_k|n\sin(1/(nk))-1/k|=$
$=\sup_k n|\sin(1/(nk))-1/(nk)|=n\sup_k(1/(nk)-\sin(1/(nk)))$.
Поскольку $(x-\sin x)'=1-\cos x\ge 0$, то функция $x-\sin x$ монотонно возрастающая. Следовательно,
$\rho(x_n,y)=n(1/n-\sin(1/n))=1-n\sin(1/n)=1-(\sin(1/n))/(1/n)\to 0$
при $n\to\infty$, т.е. $x_n\to y$ в m.

Проверить сходимость последовательностей $x_n=x_n(t)$ в функциональных метрических пространствах. В случаях сходимости найти пределы.

Указание 2. Если существует поточечный предел и предел по метрике, то они совпадают.

1. $x_n(t)=e^{-nt}$, $0\le t\le 1$, в $C[0;1]$, $C_p[0;1]$, $PC[0;1]$, $PC_p[0;1]$ $(p\ge 1)$.

Решение.
Найдём поточечный предел:
при $t=0$ $x_n(0)=1$, $\lim_{n\to\infty}x_n(0)=1$;
при $0<t\le 1$, $\lim_{n\to\infty}x_n(t)=e^{-\infty}=0$.

Итак, поточечно $x_n(t)\to y(t)=\begin{cases}1, & t=0\\ 0, & 0<t\le 1\end{cases}$.

Ясно, что $y\in PC[0;1]$, поэтому последовательность x_n не является сходящейся в $C[0;1]$ и в $C_p[0;1]$. В пространстве $PC[0;1]$

$\rho(x_n,y)=\sup_{0\le t\le 1}|x_n(t)-y(t)|=\sup_{0<t\le 1}e^{-nt}=1$, $\lim_{n\to\infty}\rho(x_n,y)=1\neq0$, поэтому x_n не может сходиться к y в $PC[0;1]$ (нет равномерной сходимости), а тогда, согласно указанию 2, x_n вообще не может сходиться в $PC[0;1]$. В $PC[0;1]$

$$\rho(x_n,y)=\left(\int_0^1|x_n(t)-y(t)|^p dt\right)^{1/p}=\left(\int_0^1 e^{-npt}dt\right)^{1/p}=$$

$$=\left(-1/(np)\; e^{-npt}\Big|_{t=0}^{t=1}\right)^{1/p}=(1-e^{-np})/(np),$$

$\lim_{n\to\infty}\rho(x_n,y)=(1-0)/(+\infty)=0$,
следовательно, $x_n\to y$ по метрике пространства $PC_p[0;1]$.

2. $x_n(t)=e^{-nt}$, $1\le t\le 2$, в $C[1;2]$, $C_p[1;2]$, $PC[1;2]$, $PC_p[1;2]$ ($p\ge1$).

Решение.

Для всякого $t\in[1;2]$ $\lim_{n\to\infty}x_n(t)=e^{-\infty}=0$, т.е. поточечно $x_n(t)\to\theta(t)\equiv0$. В пространстве $C[1;2]$ $\rho(x_n,\theta)=\max_{1\le t\le 2}e^{-nt}=e^{-n}$, $\lim_{n\to\infty}\rho(x_n,\theta)=e^{-\infty}=0$, поэтому $x_n\to\theta$ по метрике $C[1;2]$ (имеет место равномерная сходимость x_n к θ). Из равномерной сходимости следует сходимость $x_n\to\theta$ и по метрике $C_p[1;2]$. Поскольку $C[1;2]$ и $C_p[1;2]$ являются метрическими подпространствами $PC[1;2]$ и $PC_p[1;2]$ соответственно, то и в более широких пространствах $PC[1;2]$ и $PC_p[1;2]$ $x_n\to\theta$.

3. $x_n(t)=te^{-nt}$, $0\le t\le 1$, в $C[0;1]$, $C_p[0;1]$, $C^1[0;1]$, ($p\ge1$).

Решение.

При $t=0$ $x_n(0)=0$, при $0<t\le 1$, $\lim_{n\to\infty}x_n(t)=e^{-\infty}=0$.
Таким образом, поточечно $x_n(t)\to\theta(t)\equiv0$. В равномерной метрике пространства $C[0;1]$ $\rho(x_n,\theta)=\max_{0\le t\le 1}x_n(t)$.
Найдём максимум с помощью производной:
$x_n'(t)=e^{-nt}-nte^{-nt}=(1-nt)/e^{nt}$, $x_n'(t)=0$ при $t=1/n$,
при $0\le t<1/n$ $x_n'(t)>0$, при $1/n<t\le1$ $x_n'(t)>0$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow\max_{0\le t\le 1}x_n(t)=x_n(1/n)=1/(en)$.
Тогда $\lim_{n\to\infty}\rho(x_n,\theta)=\lim_{n\to\infty}(1/(en))=0$, и $x_n\to\theta$ в $C[0;1]$.
Из равномерной сходимости следует сходимость $x_n\to\theta$ в $C_p[0;1]$.
В пространстве $C^1[0;1]$

$\rho(x_n,\theta)=\max_{0\le t\le 1}|x_n(t)-\theta(t)|+\max_{0\le t\le 1}|x_n'(t)-\theta'(t)|\ge$
$\ge \max_{0\le t\le 1}|x_n'(t)|\ge |x_n'(0)|=1.$
Поэтому $\lim_{n\to\infty}\rho(x_n,\theta)$ не может быть равен 0.
Согласно указанию 2, x_n не является сходящейся в C [0;1].

Форма отчетности: Выполнить задание в тетради и использовать его при подготовке к зачету и контрольной работы
Задания для самостоятельной работы:

Являются ли линейными следующие функционалы в C[0,1]?

1) $F(x)=\int_0^1 x(t)\sin t\,dt$;

2) $F(x)=x(1/2)$;

3) $F(x)=\int_0^1 x(t)\,\mathrm{sign}(t-1/2)\,dt$;

4) $F(x)=\int_0^1 x(t^2)t^{1/2}dt$;

5) $F(x)=\int_0^1 x(t)t^{-1/3}dt$;

6) $F(x)=\int_0^1 x(t^2)dt$;

7) $F(x)=x'(t_0)$;

8) $F(x)=\max_{0\le t\le 1}x(t)$;

9) $F(x)=\int_0^1 |x(t)|dt$;

10) $F(x)=\int_0^1 x^2(t)dt$.

Какие из этих функционалов непрерывны в C[0,1]? Вычислить их нормы.

Какие из этих функционалов непрерывны в $L_2(0,1)$? Вычислить их нормы.

2. Какие из следующих операторов являются непрерывными?

1) $A: R^n\to R^n$ определен формулой $y_i=\sum_{k=1}^n a_{ik}\tau_k$, $i=1,\dots,n$;

2) $A: C[0,1]\to C[0,1]$ определен формулой $Ax(t)=\int_0^t x(\tau)d\tau$;

3) $d/dt: C^1[0,1]\to C[0,1]$;

4) $d/dt: C[0,1]\to C[0,1]$ определен на множестве непрерывно дифференцируемых функций из C[0,1];

5) $A: C[0,1]\to C[0,1]$ определен формулой $Ax(t)=\int_0 K(t,\tau)x(\tau)d\tau$, где $K(t,\tau)$ непрерывна на квадрате $[0,1]\times[0,1]$;

6) $A: L_2(0,1)\to L_2(0,1)$ определен формулой $Ax(t)=\int_0 K(t,\tau)x(\tau)d\tau$, где $K(t,\tau)\in L((0,1)\times(0,1))$.

3. Доказать следующие утверждения:

1) любой линейный оператор $A: R^n\to R^m$ компактен;

2) любой линейный оператор А: Е1→Е2 компактен, если Е1 – конечномерное пространство;

3) любой ограниченный линейный оператор А: Е1→Е2 компактен, если Е2 – конечномерное пространство;

4) линейный ограниченный оператор, образ которого лежит в конечномерном пространстве, компактен.

4. Являются ли компактными следующие операторы в пространстве C[0,1]? В пространстве L2(0,1)?

1) Ax(t)=∫01x(s)ds;

2) Ax(t)=∫01x(s)|t-s|-1ds;

3) Ax(t)=∫01x(s)(t-s)-1ds;

4) Ax(t)=∫01x(s)|t-s|-αds;

5) Ax(t)=∫01x(s)tg(|t-s|-1/2)ds;

6) Ax(t)=∫01x(s)tg(π/2(t-s))ds;

7) Ax(t)=∫01x(s)|sint-sins|-1/2ds;

8) Ax(t)=∫01x(s)(s-1/2)-1ds;

9) Ax(t)=∫01x(s)(ts+t2s2)ds;

10) Ax(t)=∫01x(s2)ds;

11) Ax(t)=x(t2);

12) Ax(t)=x(s1/2).

3. Гильбертовы пространства.

1. Проверить, что следующие пространства являются гильбертовыми:

1) l2 со скалярным произведением (x,y)=∑k=1∞xk/yk, где x={x1,x2,…}, y={y1,y2,…};

2) L2(0,1) со скалярным произведением (x,y)=∫0 x(s)/y(s)ds.

Для указанных пространств доказать теорему Пифагора: если (x,y)=0 и z=x+y, то $||z||^2 =||x||^2 +||y||^2$.

2. Какие из указанных функционалов, действующих на соответствующих классах функций из L2(0,1), будут линейными; непрерывными?

1) f[x(t)]=∫01x(t)sintdt;

2) f[x(t)]=∫01x(t)sign(t-1/2)dt;

3) f[x(t)]=x(1/2);

4) f[x(t)]=∫01/2x(t2)t1/2dt;

5) f[x(t)]=∫01x(t)t-1/3dt;

6) f[x(t)]=∫01x(t2)dt;

7) f[x(t)]=∫01|x(t)|dt;

8) f[x(t)]=∫01x2(t)dt;

9) f[x(t)]=x′(t0);

10) f[x(t)]=supt|x(t)|.

3. Какие из указанных функционалов, действующих на соответствующих классах элементов из l2, будут линейными; непрерывными?

1) f(x)=∑k=1∞xksink;

2) f(x)= xk;

3) f(x)=∑k=1∞xksign(k-n);

4) f(x)=∑k=1∞xk2k1/2;

5) f(x)=∑k=1∞xkk-1/2;

6) f(x)=∑k=1∞xk2;

7) f(x)= xk-xk-1;

8) f(x)=∑k=1∞|xk|;

9) f(x)=supk|xk|;

10) f(x)=∑k=1∞|xk| 2.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

1. Ознакомиться с заданием;
2. Изучить теоретические сведения, полученные на лекции;
3. Ознакомиться с примерами решения подобных задач в учебной литературе;
4. Выполнить задание в тетради.

Основная литература

1.Ларионов, А. С. Математика. Теория функций действительного переменного : учеб. пособие / А. С. Ларионов, О. А. Козик. - Братск : БрГУ, 2009. - 88 с.

Дополнительная литература

1.Люстерник, Л. А. Краткий курс функционального анализа : учебное пособие для вузов / Л. А. Люстерник, В. И. Соболев. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2009. - 272 с.

3. Багинова, Т. Г. Математика. Теория функций комплексной переменной : методические указания / Т. Г. Багинова, Р. С. Бекирова, К. Г. Саакян. - Братск : БрГУ, 2010. - 86 с.

4.

Контрольные вопросы для самопроверки

1.Дайте определение биматричной игры.

2. В чем, на Ваш взгляд, состоит основная сложность биматричной игры?

3. Какая теорема отвечает на вопрос о существовании равновесной ситуации в биматричной игре? Приведите ее формулировку.

4. Каким соотношением определяется ситуация равновесия в биматричной игре?

5. Могут ли функции выигрышей игроков достигать максимума одновременно?

6. Что называется множеством Парето?

9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы

Контрольная работа представляет собой способ проверки знаний студента, его умений и предполагают письменные ответы на поставленные вопросы, либо самостоятельное выполнение практических заданий. Подготовка к контрольной работе состоит в ответственном выполнении всех домашних заданий по дисциплине и самостоятельной проработке основной и дополнительной литературы.

Целью контрольной работы является приобретение навыков самостоятельной работы с литературой, закрепление умений работы со средой программирования, формирование навыков оценки результатов собственной деятельности.

Выполнения контрольной работы предполагает:

- анализ поставленных задач и выбор методов их решения;
- реализацию решения поставленных задач;
- проверку и анализ полученных результатов;
- оформление отчета.

Отчет по контрольной работе оформляется в печатном виде и содержит:

- формулировку заданий;
- описание их решений;
- полученные результаты;
-выводы.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Microsoft Imagine Premium: Microsoft Windows Professional 7;
2. Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
3. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Вид занятия	***Наименование аудитории***	***Перечень основного оборудования***	***№ ПЗ***
1	**2**	**3**	**4**
Лк	Лекционная аудитория	-	-
ПЗ	Лекционная аудитория	-	№ 1-2
кр	ЧЗ1	Оборудование 10 ПК i5-2500/H67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-
СР	ЧЗ1	Оборудование 10 ПК i5-2500/H67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

Приложение 1

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-1	Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	1. Бесконечномерные пространства функций	1.1. Линейные пространства	Индивидуальное задание, вопрос к зачету
			1.2. Нормированные пространства	Индивидуальное задание, вопрос к зачету
ПК-2	Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат		1.3. Линейные функционалы	Индивидуальное задание, вопрос к зачету
			1.4. Линейные операторы	Индивидуальное задание, вопрос к зачету

2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОПК-1	Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	1. Понятие линейного пространства. Подпространства.	**1.** Бесконечномерные пространства функций
			2. Фактор-пространства.	**1.** Бесконечномерные пространства функций
			3. Метрики. Метрические пространства.	**1.** Бесконечномерные пространства функций
			4. . Подпространства нормированного пространства.	**1.** Бесконечномерные пространства функций
			5. Теорема Хана-Банаха.	**1.** Бесконечномерные пространства функций
			6. Евклидовы пространства.	**1.** Бесконечномерные пространства функций
			7. Непрерывные линейные функционалы в топологических линейных пространствах.	**1.** Бесконечномерные пространства функций
2.	ПК-2	Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	8. Линейные функционалы на нормированных пространствах.	**1.** Бесконечномерные пространства функций
			9. Сопряженное пространство. Сходимость.	**1.** Бесконечномерные пространства функций
			10. Теорема Хана-Банаха в нормированных пространствах.	**1.** Бесконечномерные пространства функций
			11. Обратный оператор.	**1.** Бесконечномерные пространства функций
			12. Сопряженный оператор в евклидовом пространстве.	**1.** Бесконечномерные пространства функций
			13. Спектр оператора.	**1.** Бесконечномерные пространства функций

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
знать: (*ОПК-1*): -основные понятия и классы задач функционального анализа (*ПК-2*): - проблемы современной математики и основные	**зачтено**	Демонстрирует освоение не менее, чем 3 из заявленных 6 показателей компетенций, а именно: знает -основные понятия и классы задач функционального анализа - проблемы современной математики и основные направления её развития ;- умеет понимать и применять математический

направления её развития ; **уметь:** (*ОПК-1*): - использовать базовые знания функционального анализа для решения различных задач (*ПК-2*): - понимать и применять математический аппарат функционального анализа к решению профессиональных задач; **владеть:** (*ОПК-1*): - основными фактами, концепциями, принципами теорий, связанннми с прикладной математикой и информатикой; (*ПК-2*): – аналитическими и графическими методами решения задач функционального анализа.		аппарат функционального анализа к решению профессиональных задач
	не зачтено	Демонстрирует владение менее чем 3 показателями компетенций.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина Функциональный анализ направлена на ознакомление обучающихся с основными понятиями и классами задач из области принятия решений, методами принятия решений в условиях полной информации, методами решения задач в условиях риска, методы решения задач принятия решений в условиях неопределенности и конфликта, ориентированна на получение теоретических знаний и практических навыков решения проблем из различных областей знания, а также осуществления поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и представления ее в соответствующем виде и для их дальнейшего использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины Функциональный анализ предусматривает:

- лекции,
- практические занятия;
- контрольную работу;
- самостоятельную работу.

Для фиксирования успешности обучения предусматривается зачет.

– В ходе освоения раздела 1 «Бесконечномерные пространства функций» обучающиеся должны изучить принципы анализ функций в бесконечномерных пространствах, овладеть методами исследования и решения задач функционального анализа, научиться самостоятельно расширять свои математические знания и проводить математический анализ прикладных задач.

Обучающимся необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для разработки и реализации профессионально ориентированных проектов в последующей учебной деятельности.

Овладение ключевыми понятиями является основой усвоения учебного материала по дисциплине.

При подготовке к зачету особое внимание необходимо уделить рекомендациям и замечаниям преподавателей, ведущих аудиторные занятия по дисциплине

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков применения различных методов решения стандартных математических ситуаций.

Самостоятельную работу необходимо начинать с чтения лекций и учебников.

В процессе консультации с преподавателем обучающийся выясняет наличие пробелов в знаниях и способах решения разных ситуаций.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в виде разнообразных тренингов и ситуаций общения в сочетании с внеаудиторной работой.

Приложение 2

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Теория игр и исследование операций

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является изучение основных математических понятий, их взаимосвязи и развития, а также отвечающих им методов расчёта, используемых для анализа, моделирования и решения прикладных задач.

Задачами дисциплины являются

– развитие алгоритмического и логического мышления обучающихся,
– овладение методами исследования и решения задач функционального анализа,
– выработка умения самостоятельно расширять свои математические знания и проводить математический анализ прикладных задач.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк.- 18 час., ПЗ- 18 час.; СР - 36 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 часа, 2 зачетных единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

1 – Бесконечномерные пространства функций.

.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой;

ПК-2 Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат .

4. Вид промежуточной аттестации: зачет.

Приложение 3

Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20___-20___ учебный год

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры №____ от «___» __________ 20 ____ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой ______________________ ______________________
(подпись) *(Ф.И.О.)*

Приложение 4

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

<table>
<tr><th>№ компетенции</th><th>Элемент компетенции</th><th>Раздел</th><th>Тема</th><th>ФОС</th></tr>
<tr><td>ОПК-1</td><td>Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой</td><td rowspan="3">1. Бесконечномерные пространства функций</td><td>1.1. Линейные пространства</td><td>Задание контрольной работы</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ПК-2</td><td rowspan="2">Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</td><td>1.3. Линейные функционалы</td><td>Задание контрольной работы</td></tr>
<tr><td>1.4. Линейные операторы</td><td>Задание контрольной работы</td></tr>
</table>

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
знать: (*ОПК-1*): -основные понятия и классы задач функционального анализа (*ПК-2*): - проблемы современной математики и основные направления её развития ; **уметь:** (*ОПК-1*): - использовать базовые знания функционального анализа для решения различных задач	**отлично**	Знает проблемы современной математики и основные направления её развития ; умеет использовать базовые знания функционального анализа для решения различных задач умеет понимать и применять математический аппарат функционального анализа к решению профессиональных задач; владеет основными фактами, концепциями, принципами теорий, связанными с прикладной математикой и информатикой -знает проблемы современной математики и основные направления её развития ;

(*ПК-2*): - понимать и применять математический аппарат функционального анализа к решению профессиональных задач; **владеть:** (*ОПК-1*): - основными фактами, концепциями, принципами теорий, связанни с прикладной математикой и информатикой; (*ПК-2*): – аналитическими и графическими методами решения задач функционального анализа	**хорошо**	- знает основные понятия и классы задач функционального анализа -знает проблемы современной математики -умеет понимать и применять математический аппарат функционального анализа к решению профессиональных задач; - аналитическими и графическими методами решения задач функционального анализа
	удовлетворительно	-знает основные понятия и классы задач функционального анализа - знает проблемы современной математики и основные направления её развития ; - использовать базовые знания функционального анализа для решения различных задач
	неудовлетворительно	Демонстрирует владение менее чем 3 показателями компетенций.

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика от «12» марта 2015 г. № 228

для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «13 » июля 2015 г. № 475

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» июня 2016г. № 429

для набора 2017 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «6» марта 2017г. № 125

для набора 2018 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018г. №130

Программу составили:

Багинов А.В. , к.т.н, доцент каф. МиФ ________________________

Ратинская Е.В., ст. препод. каф. МиФ ________________________

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры МиФ

от «21» ноября 2018 г., протокол № 3

И.о. зав.выпускающей кафедрой ___________________ О.И.Медведева

СОГЛАСОВАНО:

И.о. зав.выпускающей кафедрой __________________ О.И Медведева.

Директор библиотеки ___________________ Т.Ф.Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ЕН факультета

от «20 » декабря 2018 г., протокол № 4

Председатель методической комиссии факультета ___________________ М.А. Варданян

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления ________________________ Г.П. Нежевец

Регистрационный №_______